SNI 7615.2:2010

SNI

Standar Nasional Indonesia

Kabel serat optik – Bagian 2: *Single mode* berkonstruksi *loose tube* untuk aplikasi *duct*

ICS 33.180.10

Badan Standardisasi Nasional

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Daftar isi

Daftar isi I
Prakata II
Pendahuluan III
1 Ruang lingkup 1
2 Istilah dan definisi 1
3 Simbol dan singkatan 4
4 Persyaratan 5
5 Metode uji 11
6 Persyaratan penandaan 16
7 Pengemasan 17
Lampiran A (normatif) Persyaratan teknis dan mekanis 18
Lampiran B (informatif) Gambar konstruksi kabelserat optik 35
Bibliografi 46

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) ini dengan judul *Kabel serat optik – Bagian 2: Single mode berkonstruksi loose tube untuk aplikasi duct* disusun oleh Panitia Teknis 33-02, *Telekomunikasi*. Tujuan penyusunan standar ini adalah untuk keseragaman dan acuan dalam penentuan Kabel Serat Optik *Single mode* berkonstruksi *Loose tube* untuk aplikasi duct agar memenuhi kebutuhan industri, perdagangan, keselamatan dan perkembangan teknologi serta tidak menimbulkan kerancuan bagi pabrikan dan pengguna.

Standar ini telah dibahas dalam beberapa pertemuan pembahasan/rapat-rapat teknis dan dilanjutkan dengan rapat konsensus pada tanggal 12 November 2009 di Bandung yang dihadiri oleh para Stakeholder antara lain Produsen, Konsumen, Pakar, dan Pemerintah. SNI ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 15 Februari 2010 sampai dengan 15 April 2010, dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Pendahuluan

Perkembangan teknologi dan kebutuhan layanan telekomunikasi berpita lebar memerlukan penggelaran kabel serat optik, sementara sampai saat ini belum ada standar nasional perangkat kabel serat optik untuk aplikasi *Duct* maka dirasa perlu disusun standar kabel serat optik yang sesuai dengan kondisi lingkungan di Indonesia.

Penyusunan standar ini dirasa semakin penting mengingat banyaknya industri dalam negeri yang memproduksi kabel serat optik yang telah berskala internasional. Industri kabel serat optik dalam negeri membutuhkan standar baku nasional agar dapat memasok kebutuhan pasar kabel serat optik dalam negeri dan menambah daya saing industri itu sendiri.
Proses penyusunan standar ini merujuk pada standar internasional (IEC dan ITU) ditambah dengan pengalaman implementasi penggelaran dan operasional kabel serat optik di lapangan oleh para pengguna dan industri.

Standar nasional ini dapat digunakan sebagai acuan industri kabel serat optik, operator telekomunikasi, dan pengguna kabel optik lainnya di Indonesia, untuk menjamin penggunaan dan penggelaran kabel agar memenuhi standar kualitas layanan serta keamanan.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Kabel serat optik – Bagian 2: *Single mode* berkonstruksi *loose tube* untuk aplikasi *duct*

1 Ruang lingkup

Standar ini meliputi persyaratan teknis dan mekanis, metode uji, penandaaan dan pengemasan untuk penggelaran kabel serat optik *single mode* berkonstruksi *loose tube* untuk aplikasi sistem pelindung (*duct*).

2 Istilah dan Definisi

2.1
bare fiber
serat optik yang sudah berpelindung primer dan diberi warna identifikasi

2.2
batang pengisi (*filler rod*)
elemen tambahan yang berupa batang dari bahan polimer non-porous (pejal/tidak berongga), berdiameter sama dengan *loose tube* yang berfungsi sebagai pengganti *loose tube* untuk kapasitas kabel tertentu agar didapatkan diameter inti kabel yang bulat dan simetris

2.3
chromatic dispersion
pelebaran pulsa cahaya di sepanjang kabel serat optik yang disebabkan oleh adanya perbedaan cepat rambat cahaya pada masing-masing panjang gelombang di sekitar *central wavelength*. Cepat rambat yang berbeda menyebabkan terjadinya pelebaran sinyal ketika sampai di penerima dan dapat mengakibatkan meningkatnya kesalahan bit (bit error)

2.4
cladding
lapisan luar dari *core* yang terbuat dari bahan yang sama dengan *core* namun memiliki indeks bias yang lebih kecil

2.5
core
inti utama serat optik dari bahan gelas silika yang berdiameter sekitar 9 µm sebagai media perambatan berkas cahaya

2.6
jeli
cairan kental dari bahan petro kimia untuk mengisi celah-celah antar serat optik di dalam *loose tube* atau celah antar *loose tube* di dalam kabel serat optik yang berfungsi sebagai penahan rembesan air

2.7
kabel serat optik
kabel yang menggunakan serat optik sebagai media transmisinya, dimana sekumpulan serat optik disusun dalam konstruksi tertentu diberi penguat dan pelindung untuk melindungi serat optik dari berbagai pengaruh baik mekanis maupun kimiawi

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

2.8
ketahanan temperatur
ketahanan kabel terhadap pengaruh temperatur agar tidak terjadi peningkatan redaman pada serat optik melebihi batas yang ditentukan

2.9
kuat tarik
kemampuan kabel untuk menahan beban tarik tanpa mengakibatkan terjadinya peningkatan redaman yang kontinyu dalam serat optik pada saat beban tarik terjadi maupun setelah kabel kembali pada posisi semula (rileks). Untuk menghindari terjadinya peningkatan redaman ini, maka kabel harus dirancang agar mampu manahan beban tarik maksimum. Kekuatan tarik maksimum ditentukan oleh konstruksi kabel, terutama rancangan elemen penguatnya

2.10
macrobending
bending yang terjadi pada serat optik disebabkan oleh tekukan sepanjang kabel dengan radius kecil yang mengakibatkan terjadinya *bending* pada serat optik. Tekukan yang berlebihan mengakibatkan sebagian berkas cahaya keluar dari serat optik sehingga terjadi peningkatan redaman dari serat optik tersebut

2.11
microbending
bending yang terjadi pada serat optik yang diakibatkan oleh adanya tekanan pada serat optik ke arah sumbu pada titik tertentu sehingga terjadi kerusakan/tekukan yang berlebihan pada serat optik. Tekukan yang berlebihan mengakibatkan sebagian berkas cahaya keluar dari serat optik pada tekukan tersebut sehingga terjadi peningkatan redaman

2.12
mode field diameter
diameter efektif dari *core* serat optik yang dapat dilewati oleh panjang gelombang tertentu sehingga membentuk berkas cahaya *single mode*

2.13
panjang gelombang *cut off*
panjang gelombang terkecil yang dapat ditransmisikan sepanjang serat optik agar berkas cahaya yang dipancarkan membentuk moda tunggal (*single mode*)

2.14
pelindung primer
lapisan di luar *cladding* yang terbuat dari bahan resin yang bersifat UV *curable* dan elastis, berfungsi sebagai penahan beban tarik pada serat optik

2.15
loose tube
selongsong longgar untuk melindungi sekumpulan serat optik (*bare fiber*) dimana serat optik ditempatkan di dalam *loose tube* tersebut dan di sela-sela serat optik dapat diisi dengan jeli, benang atau serbuk yang berfungsi sebagai penahan kelembaban dan penetrasi air

2.16
pembebanan statis
pembebanan yang dialami oleh kabel serat optik yang bersifat tetap dan terus menerus akibat terjadinya tarikan, puntiran, tekukan sepanjang kabel

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

2.17
penetrasi air
perembesan air, baik dari arah luar ke pusat inti kabel ataupun secara longitudinal sepanjang kabel yang diakibatkan oleh kerusakan pada selubung kabel atau kerusakan pada penutup sambungan kabel. Penetrasi air secara longitudinal ini harus diminimalisasi atau dicegah

2.18
penguat utama
elemen penguat yang terbuat dari bahan dengan karakteristik mekanik tinggi yang ditempatkan pada pusat inti kabel berfungsi sebagai penahan beban tarik terhadap kabel. Dalam perancangannya, dimensi elemen penguat utama harus disesuaikan dengan kapasitas kabel agar tercapai bentuk penampang kabel yang bulat dan simetris

2.19
penguat tambahan
elemen penguat yang ditambahkan pada inti kabel untuk meningkatkan ketahanan kabel terhadap beban tarik yang terjadi pada selubung kabel agar tidak mempengaruhi keregangan pada serat optik. Elemen penguat harus cukup kuat namun fleksibel terhadap tekukan pada saat penggelaran/ instalasi

2.20
peremukan
pembebanan yang terjadi ke arah sumbu kabel dan berlangsung lama sehingga dapat mengakibatkan tekanan pada serat optik
Peremukan menyebabkan terjadinya peningkatan redaman serat optik baik secara permanen atau hanya pada waktu terjadinya peremukan. Apabila terjadi peremukan yang berlebihan dapat menyebabkan kepatahan pada serat optik

2.21
pita penahan air
pita yang terbuat dari bahan non-konduktif, berdaya serap air tinggi yang digunakan untuk mencegah terjadinya penyusupan air dari luar ke inti kabel

2.22
polarization mode dispersion
sifat dasar dari serat optik *single mode* yang sangat dipengaruhi oleh ketidak homogenan dimensi sepanjang serat optik. *Polarization Mode Dispersion* disebabkan oleh adanya polarisasi cahaya pada dua sumbu perambatan sehingga menyebabkan terjadinya perbedaan kecepatan propagasi di sepanjang serat optik

2.23
puntiran
perubahan posisi kabel terhadap sumbu karena gaya puntir pada permukaan selubung kabel yang dapat mengakibatkan ketegangan pada serat dan/atau menyebabkan kerusakan pada selubung kabel. Gaya puntiran yang berlebihan bisa menyebabkan kenaikan redaman yang signifikan pada serat optik

2.24
radius bending
radius terkecil yang diijinkan terhadap kabel serat optik agar serat optik yang ada dalam kabel tersebut tidak mengalami peningkatan redaman akibat terjadinya *macrobending*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

2.25
redaman
pengurangan kekuatan sinyal atau penurunan *power level* dari sinyal optik yang melewati sepanjang serat optik, dinyatakan dalam dB

2.26
selubung kabel
pembungkus inti kabel yang terbuat dari bahan polietilen bermasa jenis tinggi yang berfungsi sebagai pelindung kabel secara keseluruhan terhadap pengaruh mekanis, kimiawi, cuaca maupun lingkungan

2.27
serat optik
media transmisi sinyal-sinyal optik yang terbuat dari bahan gelas silica dengan konstruksi berupa dua lingkaran yang sepusat yaitu lingkaran dalam yang kecil (*core*) dan lingkaran luar yang lebih besar (*cladding*). *Core* terbuat dari gelas silica dengan indeks bias yang lebih tinggi dari indeks bias bahan *cladding* dengan maksud supaya sinyal-sinyal optic yang ditransmisikan selalu berada dalam *core* sepanjang serat optic

3 Simbol dan Singkatan

ARP	:	*Aramid Reinforced Plastic*
cpm	:	*cycle per minute*
dB	:	*deci Bell*
EIA	:	*Electronic Industries Alliance*
GRP	:	*Glass Reinforced Plastic*
HDPE	:	*High Density Polyethylene*
IEC	:	*International Electrotechnical Commission*
ITU-T	:	*International Telecommunication Union section T*
kg	:	kilogram
kg/km	:	kilo gram per kilo meter
km	:	kilo meter
kN	:	Kilo Newtown
LAP	:	*Laminated Aluminum Polyethylene*
mm	:	mili meter
min	:	*Minute*
MFD		*Mode Field Diameter*
nm	:	nano meter
N	:	*Newton*
N/cm^2	:	*Newton per square centi meter*
OTDR	:	*Optical Time Domain Reflectometer*
ps	:	*pico second*
PMD	:	*Polarization Mode Dispersion*
PBTP	:	*Polybutyleneterephthalate*
Rec.	:	*Recommendation*
S	:	*Slope*
S/N	:	*Signal to Noise ratio*
TIA	:	*The Telecommunications Industry Association*
UV	:	*Ultra violet*
V/m	:	*Volt/meter*
µ	:	*Micro*
µm	:	*mikro meter*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

λ	:	*Lambda*, panjang gelombang
~	:	Sampai dengan
=	:	Sama dengan
≥	:	Lebih besar atau sama dengan
≤	:	Lebih kecil atau sama dengan
±	:	Lebih kurang
°	:	Derajat

4. Persyaratan

4.1 Konstruksi

4.1.1 Serat Optik

Susunan serat optik yang terdiri dari *core, cladding*, pelindung primer (*coating*) dan pewarna serat (*coloring*) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

a) *Bare fiber* yang terdiri dari *core* dan *cladding* berfungsi sebagai penyalur dan pengarah berkas cahaya agar perambatannya tetap berada dalam *core.*

b) Pelindung primer yang melapisi *bare fiber*
 i. Menggunakan dua lapis UV-*curable resin*
 ii. Lapisan pertama mempunyai modulus yang rendah dan lapisan kedua mempunyai modulus yang tinggi

c) Diameter nominal dari serat optik yang sudah diberi pelindung primer termasuk pewarna adalah 250 µm ± 15 µm

d) Warna-warna identifikasi serat optik harus sesuai dengan LAMPIRAN A Tabel A.1.1

4.1.2 Kabel Serat Optik

Susunan serat kabel serat optik terdiri atas inti kabel dan selubung kabel dengan persyaratan sebagai berikut :

a) Inti kabel yang berisi penguat, penahan rembesan air, batang pengisi (*Filler Rod*) dan pita pengikat inti kabel (*binder tape*)

b) Penguat Utama
 a. Ditempatkan di pusat inti kabel.
 b. Diameter elemen penguat utama berikut lapisan polietilennya harus sesuai dengan Lampiran A Tabel A.1.2.
 c. Untuk konstruksi kabel yang menggunakan penahan rembesan air (*water blocking*) dari *Water Blocking Tape*, maka di sekeliling elemen penguat utama harus ditambahkan dua utas benang penahan air yang dipasang secara berpilin melingkar (*helical*) dan saling bersilangan di sekeliling penguat utama.

c) Penguat Tambahan
 a. Berupa benang aramid yang ditempatkan secara longitudinal di sekeliling inti kabel.
 b. Berat benang aramid untuk masing-masing kapasitas kabel sesuai dengan Lampiran A Tabel A.1.6.7.

d) *Loose tube*
 a. Berupa selongsong longgar yang terdiri dari satu atau dua lapis bahan plastik termal sebagai pelindung sekunder dari sejumlah serat optik (4, 6, atau 12 serat optik).
 b. Jumlah serat optik di dalam *loose tube* harus sesuai dengan Gambar B.2 dab B.2.
 c. Diisi dengan komponen penahan rembesan air yang terbuat dari bahan jeli atau benang penahan air.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

d. Masing-masing *loose tube* harus diwarnai untuk tujuan identifikasi. Warna-warna identifikasi *loose tube* sesuai dengan Lampiran A Tabel A.1.1.
e. Diameter dan tebal dari *loose tube* sesuai dengan Lampiran A Tabel A.1.2.
f. Penyusunan *loose tube*:
 1) Untuk rancangan satu lapis atau lapisan dalam, sejumlah *loose tube* dipilin melingkari penguat utama sebanyak 5 sampai dengan 10 putaran dan kemudian harus berbalik arah sebanyak 5 sampai dengan 10 putaran yang disebut sebagai pilinan S-Z.
 2) Untuk rancangan lapisan luar, sejumlah *loose tube* dipilin melingkari lapisan dalam sebanyak 5 sampai dengan 10 putaran dan kemudian harus berbalik arah sebanyak 5 sampai dengan 10 putaran yang disebut sebagai pilinan S-Z.
 3) Panjang pilinan harus menopang fleksibilitas maksimal kabel sehingga memenuhi persyaratan pada saat uji mekanik.
 4) Inti kabel dengan kapasitas sampai dengan 96 serat harus dirancang satu lapis yang terdiri dari 6 atau 8 *loose tube*.
 5) Inti kabel dengan kapasitas 120 sampai 216 serat harus dirancang:
 6) Dua lapis dengan 6 *loose tube* pada lapisan dalam dan 12 *loose tube* pada lapisan luar.
 1. Untuk kapasitas 120 hingga 144 serat dapat menggunakan rancangan satu lapis dengan 12 *loose tube*.
 2. Inti kabel dengan kapasitas 240 sampai 264 serat dirancang dalam dua lapis dengan 8 *loose tube* pada lapisan dalam dan 14 *loose tube* pada lapisan luar.
 7) Struktur dari kabel serat optik *single mode* berkonstruksi *loose tube* untuk aplikasi *Duct* harus sesuai dengan Lampiran B Gambar B.3 samapi Gambar B.12.
 8) Susunan *loose tube* untuk berbagai kapasitas harus sesuai dengan Lampiran A.1.4, Tabel A.1.4.1 sampai dengan Tabel A.1.4.5

e) Penahan Rembesan Air
a. Kabel tipe basah:
 1) *Thixotropic* gel harus diisikan secara merata ke dalam *loose tube* mengisi seluruh celah-celah di dalam *loose tube*.
 2) Kompon/ petro jeli harus diisikan ke dalam inti kabel mencapai seluruh celah-celah yang ada di dalam inti kabel baik pada lapisan luar maupun pada lapisan dalam.
 3) Pita penahan rembesan air harus dipasang secara *helical* atau longitudinal di bagian luar inti kabel dengan tumpang tindih secukupnya.
b. Kabel tipe kering dengan penahan rembesan air pada *loose tube* berupa *Thixotropic* gel:
 1) *Thixotropic* gel harus diisikan secara merata kedalam *loose tube* mengisi seluruh celah-celah di dalam *loose tube*.
 2) *Water Blocking Tape* penahan air berupa double coated *Water Blocking Tape* yang memiliki daya serap air yang tinggi harus dipasang secara *helical* atau longitudinal dengan tumpang tindih secukupnya di luar inti kabel dan antara lapisan dalam dengan lapisan luar inti kabel.
 3) Dua utas benang penahan rembesan air harus dipasang di luar penguat utama dengan cara satu utas dipasang secara longitudinal sejajar penguat utama dan yang lainnya dipasang secara melilit melingkar (helical) di sekeliling penguat utama.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

c. Kabel tipe kering dengan penahan rembesan air pada *loose tube* berupa benang:
 1) Satu utas benang penahan rembesan air yang memiliki daya serap air yang tinggi harus dipasang di dalam *loose tube*. Pemasangan benang penahan rembesan air ini tidak boleh menempel pada diding dalam *loose tube*.
 2) Pita penahan rembesan air berupa double layer *Water Blocking Tape* harus dipasang secara *helical* atau longitudinal dengan tumpang tindih secukupnya di luar inti kabel dan antara lapisan dalam dengan lapisan luar inti kabel
 3) Dua utas benang penahan rembesan air harus dipasang di luar penguat utama dengan cara satu utas dipasang secara longitudinal sejajar penguat utama dan yang lainnya dipasang secara melilit melingkar (*helical*) di sekeliling penguat utama.

f) Batang Pengisi (*Filler Rod*)
 a. Diameter batang pengisi harus dibuat dengan ukuran yang sama dengan diameter luar *loose tube*.
 b. Batang pengisi harus dipasang sebagai pengganti *loose tube* pada kabel dengan kapasitas tertentu agar diperoleh bentuk inti kabel yang bulat dan simetris.
 c. Penempatan posisi batang pengisi pada inti kabel harus sesuai dengan Lampiran A Tabel A.1.4.1 sampai dengan Tabel A.1.4.5.

g) Pita Pengikat Inti Kabel (*Binder tape*)
Pita pengikat inti kabel harus dipasang secara *helical* di sekeliling inti kabel yang sudah dibungkus dengan pita penahan air baik pada lapisan luar maupun pada lapisan dalam sebagai pengikat yang terbuat dari bahan:
 a. *Nilon* atau *poliester* atau *polipropilen* untuk kabel tipe basah.
 b. Benang penahan rembesan air untuk kabel tipe kering.

h) Benang Pengupas Selubung.
Dua utas benang pengupas selubung kabel harus ditempatkan secara longitudinal di bawah lapisan aluminum dengan posisi 1800 satu terhadap lainnya.

i) Selubung Kabel
 a. Berupa polietilen bermasa jenis tinggi (*High Density Polyethylene* - HDPE) yang bagian dalamnya dilapisi alumunium membentuk selubung polietilen berlapis alumunium (*Laminated Aluminum Polyethylene* – LAP) dengan ketebalan minimum dari selubung LAP 2,2 mm.
 b. Lapisan pita alumunium harus melekat erat pada selubung polietilen sehingga tidak ada celah di antara keduanya yang dapat dilalui oleh rembesan air.
 c. Lapisan pita aluminum pada selubung LAP dipasang secara longitudinal dengan tumpang tindih minimal 3,0 mm dan harus tersambung sempurna secara elektrik dan mekanik sepanjang kabel.
 d. Ketebalan lapisan aluminum minimal 0,15 mm dan dilapisi dengan senyawa polimerik dengan ketebalan minimal 0,04 mm pada kedua permukaannya

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

4.2 Bahan baku

4.2.1 Serat Optik

a) Tipe serat optik adalah *single mode*.

b) Tidak boleh terdapat titik diskontinu yang melebihi 0,05 dB di sepanjang kabel bila diukur dengan OTDR dari salah satu ujungnya.

c) Serat optik yang digunakan pada kabel harus disesuaikan dengan implementasinya:
 a. 1310 nm *Optimized Fibre* ITU-T Rec. 652.D sesuai dengan Lampiran A.1.5 Tabel A.1.5.1
 b. *Non Zero dispersion Shifted Fibre*:
 1) ITU-T G.655.C *Reduce Slope* sesuai dengan Lampiran A.1.5 Tabel A.1.5.2.1.
 2) ITU-T G.655.C *Large Effective Area* sesuai dengan Lampiran A.1.5 Tabel A.1.5.2.2.
 3) ITU-T G.655.D sesuai dengan Lampiran A.1.5 Tabel A.1.5.3.
 4) ITU-T G.655.E sesuai dengan Lampiran A.1.5 Tabel A.1.5.4.
 c. *Non-zero Dispertion for Wideband Optical Transport* G.656 sesuai dengan Lampiran A.1.5 Tabel A.1.5.5.
 d. *Bending Loss Insensitive Single mode* Fibre ITU-T Rec. G.657.A sesuai dengan Lampiran A.1.5 Tabel A.1.5.6.

4.2.2 Pelindung Primer

Bahan pelapis primer (*primary coating*) harus memiliki sifat:

a) Memberi perlindungan pada serat optik terhadap kerusakan.

b) Dapat mempertahankan kestabilan redaman serat optik terhadap pengaruh berbagai tekanan.

c) Tidak mengganggu proses penyambungan serat optik (*splicing*).

d) Mudah dalam pengelupasan tanpa merusak *cladding* dan *core*.

Pelindung primer harus dilapisi dengan bahan pewarna yang tidak mudah pudar oleh bahan pembersih yang berbahan dasar alkohol atau etanol dan harus memiliki sifat transparan agar cahaya dapat diinjeksikan dari luar ke dalam *core* untuk keperluan deteksi.

4.2.3 *Loose tube*

a) *Loose tube* harus terbuat dari bahan plastik termal.

b) Plastik termal tersebut adalah *polybutylene terephthalate* (PBTP) yang harus berberat molekul tinggi dan mempunyai sifat mekanikal, hidrolis serta termal yang baik dengan persyaratan.

4.2.4 Jeli Pengisi Celah *Loose tube*

a) Tidak berbahaya terhadap personil.

b) Tidak merusak komponen/ bahan kabel lainnya.

c) Tidak menyebabkan terjadinya penurunan performa dari serat optik.

d) Tidak merusak warna serat optik.

e) Transparan dan tidak berwarna sehingga identitas atau warna serta optik tetap dapat terlihat dengan jelas

f) Tidak mudah berjamur.

g) Tidak memiliki sifat konduktif terhadap listrik.

h) Tidak menghambat pelolosan serat optik dari *loose tube* dan tidak menghambat penyambungan serat optik

i) Tetap dalam kondisi lunak dan tetap berada di dalam *loose tube* pada temperatur operasional

j) Tahan terhadap uap lembab

k) Mampu melapisi seluruh serat optik sampai kesela-sela serat di dalam pelindung sekunder

l) Homogen dan bercampur secara merata

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

m) Bebas dari kotoran, artikel metalik, benda asing lainnya, tidak beracun, tidak berbau dan mudah dibersihkan
n) Karakteristik jeli pengisi celah kabel harus sesuai dengan Lampiran A.1.6 Tabel A.1.6.3.

4.2.5 Jeli Pengisi Celah Kabel

Bahan yang digunakan sebagai jeli pengisi celah kabel adalah kompon/petro jeli yang harus mempunyai sifat-sifat:

a) Tidak berbahaya terhadap personil.
b) Tidak merusak komponen/ bahan kabel lainnya.
c) Tidak menyebabkan terjadinya penurunan performa dari serat optik.
d) Tidak merusak warna serat optik.
e) Tidak mudah berjamur.
f) Tidak memiliki sifat konduktif terhadap listrik.
g) Tahan panas, tidak mudah meleleh dan mampu mengisi celah-celah kabel untuk menghambat rembesan air ke dalam kabel.
h) Karakteristik jeli pengisi celah kabel harus sesuai dengan Lampiran A.1.6 Tabel A.1.6.3.

4.2.6 Batang Pengisi (*Filler Rod*)

Batang pengisi harus terbuat dari polietilen atau bahan polimer lainnya yang bersifat non-porous (pejal/tidak berongga).

4.2.7 Elemen Penguat Utama

Elemen penguat utama harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

a) Bahan komposit yang terbuat dari kawat baja tunggal berkadar karbon tinggi atau *Glass Reinforced Plastic* (GRP) atau *Aramid Reinforced Plastic* (ARP) yang dilapisi dengan polietilen.
b) Mampu menahan beban tarik sesuai dengan karakteristik pengujian mekanik.

4.2.8 Elemen Penguat Tambahan (Benang Aramid)

Elemen penguat tambahan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

a) Dibuat dari bahan aramid yang mempunyai kuat tarik dan modulus yang tinggi.
b) Karakteristik dari benang aramid sebagai elemen penguat tambahan harus sesuai dengan Lampiran A.1.6 Tabel A.1.6.4.

4.2.9 Penahan Rembesan Air (Water Blocking)

a) Harus mempunyai daya serap tinggi terhadap air dan kelembaban.
b) Tidak berbahaya terhadap personil.
c) Tidak merusak komponen/ bahan kabel lainnya.
d) Tidak merusak warna serat optik.
e) Tidak mudah berjamur.
f) Tidak memiliki sifat konduktif terhadap listrik.
g) Tidak menghambat penyambungan serat optik.
h) Karakteristik water blocking harus sesuai dengan Lampiran A.1.6 Tabel A.1.6.5.

4.2.10 Selubung Kabel

a) Polietilen ber-densitas tinggi *High Density Polyethylene* (HDPE) yang digunakan sebagai selubung kabel harus memiliki kandungan karbon 2,5 ± 0,5%.
b) Karakteristik *High Density Polyethylene* (HDPE) harus sesuai dengan Lampiran A.1.6 Tabel A.1.6.6.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

4.2.11 Benang Pengupas (Rip Cord)

a) Terbuat dari aramid.
b) Harus dapat merobek lapisan aluminium dan polietilen tetapi cukup tipis sehingga tidak menyebabkan terjadinya pengurangan ketebalan selubung kabel pada lokasi benang pengupas.
c) Karakteristik benang aramid sebagai rip cord harus sesuai dengan Lampiran A.1.6 Tabel A.1.6.4.

4.3 Persyaratan Mekanis

4.3.1 Kuat Tarik

Kabel serat optik harus tahan terhadap uji kuat tarik sampai dengan batas beban tarik sesuai dengan Lampiran A.2 Tabel A.2.1.1 dan Tabel A.2.1.2 dengan perubahan redaman serat optik ≤ 0,05 dB.

4.3.2 *Repeated Bending*

Kabel serat optik harus tahan terhadap uji *repeated bending* dengan arah tekukan +90° (kanan) dan -90° (kiri) secara berulang sebanyak 50 kali. dengan perubahan redaman serat optik ≤ 0,05 dB.

4.3.3 Peremukan

Kabel serat optik harus tahan terhadap uji peremukan (*crush*) sebesar 2.2 kN selama 10 menit, dengan perubahan redaman serat optik ≤ 0,05 dB.

4.3.4 Puntiran

Kabel serat optik sepanjang 4 meter harus tahan terhadap uji puntiran dengan arah puntiran +180° (kanan) dan -180° (kiri) secara berulang selama 10 menit, dengan perubahan redaman serat optik ≤ 0,05 dB.

4.3.5 Tumbukan

Kabel serat optik harus tahan terhadap uji tumbukan bandul logam dari ketinggian 150 mm pada lima lokasi masing-masing tiga tumbukan, dengan perubahan redaman serat optik ≤ 0,05 dB. Berat beban untuk kabel dengan diameter ≥ 13mm adalah 6.5 kg dan untuk diameter < 13 mm adalah 3 Kg.

4.3.6 *Macrobending*

Serat optik harus tahan terhadap uji macro *bending* sesuai dengan jenis masing-masing serat, dengan perubahan redaman serat optik ≤ 0,05 dB.

4.4 Operasi

4.4.1 Kondisi Lingkungan

a) Kabel serat optik harus mampu beroperasi pada temperatur sampai 500 °C dengan kelembaban antara 20 sampai 100 % tanpa ada perubahan performa dari serat optik.
b) Untuk kondisi penyimpanan sampai dengan temperatur 700 °C dan kelembaban antara 20 sampai 90 %, kabel serat optik harus tidak berubah performanya .
c) Untuk mengetahui kemampuan kabel serat optik bertahan pada kondisi lingkungan yang ekstrim maka harus lulus pengujian ketahanan terhadap siklus suhu.
d) Metode pengujian ketahanan terhadap siklus suhu merujuk pada standar IEC 60795-1-F1.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

4.4.2 Penetrasi Air

Kabel serat optik sepanjang tiga meter yang ditempatkan secara horisontal selama 24 jam, tidak boleh terjadi perembesan air yang diakibatkan oleh tekanan satu meter kolom air.

5 Metode Uji

Persyaratan Lulus Uji Kabel Serat Optik *Single mode* berkonstruksi *Loose tube* berisi jeli untuk aplikasi *Duct* dinyatakan lulus apabila semua aspek/item dalam spesifikasi ini dipenuhi sebagai berikut ini:

5.1 Sampel Uji

Untuk pengujian kabel serat optik diperlukan sampel uji dengan ketentuan sebagai berikut:

5.1.1 Sampel Serat Optik

Sampel serat optik harus sesuai dengan jenis kabel yang diuji dengan sampel sepanjang 1 reel minimal 25.000 meter untuk masing-masing warna serat optik.

5.1.2 Sampel Kabel Optik

Sampel kabel serat optik dengan kapasitas maksimal dari yang diujikan minimal sepanjang 2.000 meter digulung dalam haspel yang sesuai dengan persyaratan pengemasan.

5.1.3 Sampel Bahan Dasar

a) Jeli pengisi *loose tube*, minimal sebanyak 500 gram.
b) Jeli pengisi kabel minimal sebanyak 1.000 gram.
c) Batang pengisi (*Filler Rod*) dalam bentuk lempengan dengan ketebalan 2 mm, lebar 200 mm, panjang 200 mm.
d) *Loose tube* (PBTP), dalam bentuk lempengan dengan ketebalan 2 mm, lebar 200 mm, panjang 200 mm, untuk masing-masing warna tube.
e) Pita penahan air, minimal sepanjang 5 meter.
f) Benang penahan air, minimal sepanjang 10 meter.
g) Benang aramid, minimal sepanjang 10 meter
h) Pita pengikat (*binder tape*), minimal sepanjang 10 meter.
i) Bahan rip cord, minimal sepanjang 10 meter.
j) Pita alumunium minimal sepanjang 5 meter.
k) Selubung HDPE, dalam bentuk lempengan dengan ketebalan 2 mm, lebar 200 mm, panjang 200 mm.

5.2 Persyaratan Uji

5.2.1 Optik

Pengujian parameter optik sedapat mungkin dilakukan terhadap serat optik yang ada dalam kabel, dan dalam hal tertentu apabila pengukuran tidak dapat dilakukan terhadap kabel maka pengukuran dilakukan terhadap sampel serat yang sejenis.

Perhitungan hasil pengujian dilengkapi dengan perhitungan ketidakpastian dengan tingkat kepercayaan 95 %.

Jenis pengukuran parameter optik sesuai dengan parameter yang ada pada persyaratan teknis dari masing-masing jenis serat optik.

a) Koefisien Redaman
 a. Pengujian koefisien redaman dilakukan dengan menggunakan Optical Power Meter atau OTDR yang meliputi seluruh panjang gelombang yang dipersyaratkan pada persyaratan teknis serat optik.
 b. Pengujian dilakukan terhadap semua serat optik yang ada pada kabel.
 c. Nilai koefisien redaman tertinggi dari seluruh pengujian tidak boleh lebih dari yang ditentukan pada persyaratan teknis serat optik.

b) Koefisien PMD
 a. Pengujian koefisien PMD dilakukan dengan menggunakan PMD Meter pada panjang gelombang yang sesuai dengan penggunaan kabel serat optik tersebut (G.652 D pada panjang gelombang 1310 nm, G.655 C, D, E pada panjang gelombang 1550 nm.).
 b. Pengujian dilakukan terhadap semua serat optik yang ada pada kabel.
 c. Nilai koefisien PMD tertinggi dari seluruh pengujian tidak boleh lebih dari yang ditentukan pada persyaratan teknis serat optik.

c) *Mode Field Diameter*
 a. Pengujian *Mode Field Diameter* (MFD) dilakukan dengan menggunakan MFD Test Set atau alat ukur lainnya dengan tujuan untuk mengetahui effective area dari serat optik.
 b. Pengujian dilakukan pada panjang gelombang yang sesuai dengan penggunaan kabel serat optik tersebut (G.652 D) pada panjang gelombang 1310 nm, G.655 C, D, E pada panjang gelombang 1550 nm.)
 c. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode Petermann II terhadap semua warna serat optik yang ada pada kabel.
 d. Untuk kabel sampai dengan kapasitas 48 serat optik pengujian MFD harus dilakukan terhadap semua serat optik, sedangkan untuk kabel dengan kapasitas diatas 48 serat optik pengujian minimal dilakukan terhadap 48 serat optik yang diambil dari empat buah *loose tube* secara acak.
 e. Nilai *Mode Field Diameter* (MFD) tertinggi dan terendah dari seluruh seluruh serat optik yang diukur tidak boleh lebih dari yang ditentukan pada persyaratan teknis serat optik.
 f. Khusus untuk serat optik yang berwarna sama walau berasal dari dari *loose tube* yang berbeda hasil pengujian MFD toleransinya tidak boleh lebih dari 0.2 µm.

d) *Coating Diameter*
 a. Pengujian *Coating Diameter* dilakukan dengan menggunakan Fiber *Coating Geometry Tester* atau *Video Fiber Analyzer*.
 b. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode Ellipse Fit Method.
 c. Pengujian dilakukan terhadap semua warna serat optik yang ada pada kabel.
 d. Pengambilan warna serat sebagai sampel dapat berasal dari *loose tube* yang sama atau dari *loose tube* yang berbeda secara acak.
 e. Nilai *Coating Diameter* adalah nilai terendah dan teringgi dari pengukuran dan tidak boleh lebih dari yang ditentukan pada persyaratan teknis serat optik.

e) *Cladding* Diameter
 a. Pengujian *cladding* diameter dilakukan dengan menggunakan Fiber Geometry Tester atau *Video Fiber Analyzer* yang meliputi pengujian *Cladding* diameter, *Core concentricity error* dan *Cladding non circularity*.
 b. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode Ellipse Fit Method.
 c. Pengambilan warna serat sebagai sampel dapat berasal dari *loose tube* yang sama atau dari *loose tube* yang berbeda sacara acak.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

d. Nilai *cladding* diameter tertinggi dan terendah dari seluruh pengukuran tidak boleh lebih dari yang ditentukan pada persyaratan teknis serat optik.
e. Nilai *Core concentricity error* dan *cladding non circularity* tertinggi dari seluruh pengukuran tidak boleh lebih dari yang ditentukan pada persyaratan teknis serat optik.

f) *Cable cut off wavelength*

a. Pengujian *cable cut off wavelength* dilakukan dengan menggunakan *spectral attenuation* dengan maksud untuk mengetahui panjang gelombang *cut off* dari kabel.
b. Pengujian dilakukan terhadap sampel kabel sepanjang 22 meter yang digulung pada *mandrel* dengan diameter *mandrel* kira-kira 60 cm.
c. Pengambilan warna serat sebagai sampel dapat berasal dari *loose tube* yang sama atau dari *loose tube* yang berbeda sacara acak.
d. Nilai *cable cut off wavelength* tertinggi dari seluruh pengukuran tidak boleh lebih dari yang ditentukan pada persyaratan teknis serat optik.
e. Apabila pengujian *cable cut off wavelength* tidak dapat menentukan nilai λcc maka dilakukan pengujian *fiber cut off wavelength*.
f. Pengujian *fiber cut off wavelength* dilakukan terhadap sampel serat optik sepanjang 2 meter dan hasil ukur yang didapat adalah nilai λc yang biasanya lebih tinggi dari nilai λcc.

g) *Chromatic Dispersion Coefficient*

a. Pengujian *Chromatic Dispersion Coefficient* dilakukan dengan menggunakan *chromatic dispersion tester* dengan maksud untuk mengetahui *zero dispersion* dan *slope* pada fiber G.652 *series* dan dan dispersion pada panjang gelombang tertentu pada serat optik G.655 *series*.
b. Pengujian menggunakan metode *Differential Phase Shift Method* dengan menggunakan alat ukur *Chromatic Dispersion Test Set* yang dilakukan terhadap semua warna serat optik yang ada pada kabel.
c. Nilai *zero dispersion* dan *slope* pada serat optik G.652 *series* dan dispersion pada panjang gelombang tertentu pada serat optik G.655 *series* tertinggi dari seluruh pengukuran tidak boleh lebih dari yang ditentukan pada persyaratan teknis serat optik

h) *Macrobend loss*

a. Pengujian *macrobend loss* dimaksudkan untuk mengetahui peningkatan redaman dari serat optik apabila mengalami *macrobending*.
b. Pengujian dilakukan terhadap semua warna serat optik yang telah digulung pada sebuah *mandrel* dengan diameter 30 mm sebanyak 100 gulungan.
c. Peningkatan koefisien redaman dari serat optik setelah di gulung dengan koefisien redaman sebelum digulung tidak boleh melebihi dari persyaratan teknis serat optik.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

5.2.2 Lingkungan

a) Temperatur

a. Pengujian kehandalan kabel serat optik terhadap perubahan temperatur dan kelembaban dimaksudkan untuk untuk simulasi operasi dan penyimpanan.
b. Pengujian dilakukan di dalam oven siklus suhu merujuk pada IEC 60794-1-2-F1 dan mengikuti pola perubahan suhu seperti Gambar 13 dan persyaratan sesuai dengan Lampiran B Gambar b.13 sebanyak 10 siklus.
c. Bertambahnya redaman serat optik selama pengujian kuat tarik harus ≤ 0,05 dB.

b) Penetrasi Air

Proses pengujian terhadap perembesan air disimulasikan seperti pada Gambar 14 yang dilakukan selama 24 jam. Pengujian penetrasi air dilakukan dengan metode huruf L dimana selama pengujian penetrasi air berlangsung tidak boleh terjadi perembesan air sampai pada ujung kabel yang panjangnya satu meter. Pengujian penetrasi air dengan Metode Huruf L sesuai dengan Lampiran B Gamar B. 14

c) Leleh Jeli

Uji leleh jeli dimaksudkan mengetahui kemampuan jeli untuk tetap berada pada posisinya (di dalam *loose tube* untuk jeli pengisi *loose tube* dan di dalam kabel untuk kompon jeli pengisi kabel) apabila kabel serat optik ditempatkan pada kondisi suhu maksimal sesuai persyaratan operasi dari kabel serat optik. Jeli dalam kondisi temperatur yang ditetapkan tidak boleh berubah kekentalannya (meleleh).

5.2.3 Mekanik

a) Kuat Tarik

a. Dalam kondisi dinamis selama proses instalasi, serat optik di dalam kabel akan mengalami ketegangan yang disebabkan oleh proses penarikan.
b. Ketegangan pada serat optik akibat penarikan harus dijaga sampai dengan kemampuan tertentu, sehingga setelah kabel diinstalasi atau selama terjadinya beban regang jangka panjang tidak akan mengakibatkan penurunan performa serat optik secara signifikan. Untuk mengetahui kemampuan kabel serat optik dalam menahan beban tarik maka dilakukan pengujian kuat tarik.
c. Metode pengujian kuat tarik merujuk pada IEC 60794-1-2-E1 sesuai dengan Lampiran A.2 Tabel A.2.2.
 1) Sampel kabel yang sudah diinstalasikan pada mesin uji kuat tarik seperti Gambar 15 diberikan pembebanan tarik sampai mencapai beban 2,850 kN.
 2) Beban tarik tersebut dipertahankan selama 10 menit dan dikembalikan kabel ke posisi tanpa beban tarik (rileks) selama 40 detik.
 3) Bertambahnya redaman serat optik selama pengujian kuat tarik harus ≤ 0,05 dB.
 4) Instalasi Kabel pada Pengujian Kuat Tarik harus sesuai dengan Lampiran B. Gambar B.15

b) *Repeated Bending*

a. Dalam kondisi dinamis selama proses instalasi, serat optik akan mengalami ketegangan yang disebabkan oleh penekukan (*bending*). Radius tekukan pada kabel (*bending radius*) harus dibatasi untuk menghindari terjadinya *macrobending* loss atau terjadinya beban regang jangka panjang yang dapat memperpendek usia pakai serat optik.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

b. Metode pengujian *repeated bending* merujuk pada IEC 60794-1-2-E6 sesuai dengan Lampiran A.2 Tabel A.2.3.
c. Kabel serat optik diinstalasikan pada mesin uji *repeated bending* seperti pada Lampiran B Gambar B.16.
d. Pembebanan sebagai simulasi beban tarik sebesar 5,5 kg pada ujung kabel yang tidak bergerak.
 1) Penekukan ke arah kanan sebesar +900 dan ke arah kiri -900 dari posisi netral secara berulang dengan kesepatan 30 siklus per menit selama 100 detik. Setelah penekukan berulang selesai kembalikan kabel keposisi netral (rileks) selama 10 detik.
 2) Bertambahnya redaman serat optik selama dan setelah pengujian *repeated bending* harus ≤ 0,05 dB.

c) Kabel *Bending*
 a. Dalam implementasinya kabel serat optik dapat mengalami pembelokkan/ tekukan berlebihan yang dapat mengakibatkan penurunan performa/ meningkatnya nilai redaman. Untuk mengetahui kemampuan kabel tersebut perlu dilakukan pengujian cable *bending* merujuk pada IEC 60794-1-2-E11
 b. Kabel serat optik di*bending* pada sebuah *mandrel* yang berdiameter 22 kali diameter kabel dengan posisi arah 1800 berbentuk huruf U selama 5 menit dan berbalik arah selama 5 menit kemudian dikembalikan ke posisi normal Gambar 17 dengan *bending* diameter adalah 22 kali diameter luar kabel. Pengujian kabel *bending* harus sesuai dengan Lampiran B Gambar B.17
 c. Bertambahnya redaman selama pengujian cable *bending* harus ≤ 0,05 dB.

d) Peremukan.
 a. Peremukan dapat menyebabkan terjadinya peningkatan redaman serat optik baik secara permanen atau hanya waktu terjadinya peremukan tersebut dan peremukan yang berlebihan bisa menyebabkan kepatahan pada serat.
 b. Metode pengujian peremukan merujuk pada IEC 60794-1-2-E3 sesuai dengan Lampiran A.2 Tabel A.2.1.4.
 1) Sampel kabel dinstalasi pada mesin uji peremukan dengan plat peremukan dari baja yang memberi tekanan secara merata sepanjang 100 mm sesuai dengan Lampiran B Gambar B. 18.
 2) Pemberian gaya tekan dengan kecepatan tekan 2,5 mm/menit sampai mencapai gaya tekan sebesar 2200 kN, kemudian gaya tersebut dipertahankan selama 10 menit dan setelah itu beban dihilangkan (kabel kembali keposisi rileks) selama 10 detik.
 3) Bertambahnya redaman selama pengujian harus ≤ 0,05 dB.
 4) Gambar 18. Instalasi Kabel pada Pengujian Peremukan

e) Puntiran
 a. Dalam kondisi dinamis yang terjadi selama proses instalasi dan operasi, kabel dapat mengalami puntiran, yang mengakibatkan ketegangan pada serat optik dan/atau menyebabkan kerusakan pada selubung kabel.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

b. Metode pengujian puntiran merujuk pada IEC 60794-1-2-E7 sesuai dengan Lampiran A.2. Tabel A.2.1.6.
 1) Sampel kabel dinstalasi pada mesin uji puntir seperti Lampiran B Gambar B.19.
 2) Panjang kabel yang terpuntir (L) adalah 4 meter.
 3) Pemberian gaya puntir ke arah kanan sebesar 1800 dan ke arah kiri sebesar 1800 selama 10 menit dengan frekuensi 30 cpm dan setelah itu beban puntir dihilangkan (kabel kembali ke posisi rileks) selama 10 detik.
 4) Bertambahnya redaman selama pengujian harus ≤ 0,05 dB.

f) Tumbukan
 a. Tumbukan (*Impact*) yang terjadi pada selubung kabel dapat menyebabkan terjadinya peningkatan redaman serat optik di dalam kabel tersebut secara permanen atau hanya waktu terjadinya tumbukan. Tumbukan yang berlebihan bisa menyebabkan kepatahan pada serat.
 b. Metode pengetesan tumbukan merujuk pada IEC 60794-1-2-E4 sesuai dengan Lampiran A.2.1 Tabel A.2.1.7.
 1) Sampel kabel dinstalasi pada mesin uji tumbukan seperti Lampiran B Gambar B.20.
 2) Beban uji berupa bandul logam dijatuhkan dari ketinggian 150 mm terhadap permukaan kabel pada 5 lokasi masing-masing sebanyak 3 kali. Berat beban untuk kabel dengan diameter ≥ 13mm adalah 6.5 kg dan untuk diameter < 13 mm adalah 3 Kg
 3) Bertambahnya redaman selama pengujian harus ≤ 0,05 dB.

6 Persyaratan penandaan

6.1 Penandaan pada Kabel

a) Panjang kabel harus diterakan oleh pabrik pembuat pada interval 1 (satu) meter secara berurutan sepanjang selubung kabel.

b) Penandaan menggunakan metode cetak yang tidak mudah terhapus dan tahan terhadap abrasi.

c) Penomoran yang berurutan dan berkesinambungan untuk menandai panjang kabel harus diterakan pada setiap satu satuan panjang kabel.
 a. Akurasi dari penandaan panjang harus dalam batas toleransi ± 1 %.
 b. Format penandaan sebagai berikut:

Nama produsen - KABEL OPTIK/ aaa D – LT xx/yy, dimana:

aaa : jenis serat optik dengan ketentuan sebagai berikut:
 1) SM.D : *Single mode* Fibre tipe G.652.D
 2) NZDS.E : Non-*zero dispersion* Shifted Fibre tipe G.655.E
 3) NZDWO : Non-*zero dispersion* Wideband for Optical Transport G.656
 4) BLSM.A : *Bending* Loss Intensive *Single mode* Serat tipe G.657.A

D : aplikasi sebagai kabel *Duct*

LT : konstruksi kabel *loose tube*.

xx : jumlah serat dalam *loose tube*

yy : jumlah *loose tube*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

6.2 Contoh penulisan penandaan

6.2.1 Kabel optik/SM.D D - LT 12/3T

Tanda identifikasi ini menunjukkan bahwa kabel serat optik *Single mode* tipe G. 652.D untuk diaplikasikan di dalam *Duct* dengan konstruksi *loose tube*. Jumlah serat dalam kabel adalah dua belas serat yang ditempatkan didalam 3 buah *loose tube*.

6.2.2 Kabel optik/SM.D B-LT 36/6T

a) Tanda identifikasi ini menunjukkan bahwa kabel *Single mode* tipe G. 652.D untuk diaplikasikan dengan cara tanam langsung dengan konstruksi *loose tube*. Jumlah serat dalam kabel adalah tiga puluh enam serat yang ditempatkan didalam 3 buah *loose tube*.

b) Diantara dua tanda panjang, maka harus dicetak tanda identitas kabel yang terdiri dari merek, logo pabrik pembuat dan tahun pabrikasi.

7 Pengemasan

a) Kabel yang akan dikirim harus diangkut dan ditempatkan di dalam haspel. Diameter dalam haspel harus berukuran cukup besar untuk mencegah terjadinya kerusakan pada kabel selama pengiriman, pengangkutan, dan penanganan.

b) Ujung luar kabel harus dipasang secara kuat pada dinding luar haspel untuk mencegah agar kabel tidak menjadi longgar dalam selama proses transportasi. Ujung awal kabel harus ditempatkan pada slot yang terdapat pada haspel atau pada pada sisi bagian dalam haspel dengan cara sedemikian rupa sehingga memudahkan mengambilnya pada saat dibutuhkan untuk pengujian elektrik atau optik. Paku, staples, atau alat pengikat lainnya yang dapat menembus selubung kabel tidak boleh digunakan.

c) Kabel serat optik harus dilengkapi dengan penutup ujung kabel dan perlindung kabel untuk melindungi kabel selama pengiriman dan penyimpanan.
Pada kedua sisi luar dari haspel kabel harus diberi identifikasi yang jelas dengan mencantumkan item-item berikut:
 a. Berat kotor dan berat bersih
 b. Jenis kabel, jumlah *core*
 c. Panjang kabel dalam meter
 d. Nomor haspel
 e. Tanda panah yang menunjukkan arah gulungan pada masing-masing sisi
 f. Nama pabrikan
 g. Tahun pembuatan
 h. Tujuan penyerahan akhir.
 i. Nama proyek dan nomor kode

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Lampiran A
(normatif)
Persyaratan teknis dan mekanis

A.1. Persyaratan Teknis

A.1.1 Persyaratan Warna untuk Serat Optik

Tabel A.1.1 Persyaratan warna untuk serat optik

No urut serat	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Warna	Biru	Oranye	Hijau	Coklat	Abu-abu	Putih

No urut serat	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Warna	Merah	Hitam	Kuning	Ungu	Merah muda	Biru toska

Catatan:
Persyaratan warna serat ini juga berlaku untuk kabel yang jumlah serat per *loose tube* nya kurang dari 12 serat.

A.1.2 Persyaratan Pelindung Sekunder Tabung Longgar (*loose tube*)

Tabel A.1.2 Pelindung sekunder tabung longgar (*Loose tube*) Untuk Diameter *Loose tube,* Diameter penguat utama dan Diameter luar kabel

Loose tube					**Kabel**		**Penguat Utama**
∑ Lapisan dalam	**∑ Lapisan luar**	**∑ serat**	**ϕ dalam minimum (mm)**	**Ketebalan minimum (mm)**	**ϕ luar maksimum (mm)**	**∑ serat**	**Diameter (mm)**
6	-	4	1,2	0,35	13.0	4 – 16	2,5 ± 0,1
6	-	6	1,2	0,35	14.0	6 – 36	2,5 ± 0,1
6	-	12	1.7	0,40	17.0	24 – 72	2,8 ± 0,1
8	-	12	1.7	0,40	18.0	60 – 96	4,5 ± 0,1
6	4	12	1.7	0,40	22.0	120	2,5 ± 0,1
6	6	12	1.7	0,40	22.0	144	2,5 ± 0,1
6	12	12	1.7	0,40	22.0	216	2,8 ± 0,1
12	-	12	1.7	0,40	22.0	120 - 144	8,0 ± 0,1

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

8	12	12	1.7	0,40	22.0	240	4,5 ± 0,1
8	14	12	1.7	0,40	24.0	264	4,5 ± 0,1

A.1.3 Persyaratan Warna Tabung Longgar (*loose tube*)

Tabel A.1.3.1 Persyaratan warna *loose tube* pada lapisan dalam

Nomor urut	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Warna	Biru	Oranye	Hijau	Coklat	Abu2	Putih

Nomor urut	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Warna	Merah	Hitam	Kuning	Ungu	Merah muda	Biru Toska

Tabel A.1.1.2 Persyaratan warna *loose tube* pada lapisan luar

Nomor urut	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Warna	Biru	Oranye	Hijau	Coklat	Abu-abu	Putih	Merah

Nomor urut	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
Warna	Hitam	Kuning	Ungu	Merah muda	Biru toska	Warna emas	Warna perak

A.1.4 Persyaratan Susunan Inti Kabel Serat Optik

Tabel A.1.4.1 Susunan inti kabel serat optik satu lapis berbasis 6 buah *loose tube*

Jumlah serat	**Nomor urut *loose tube***					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
4	4	*Filler*	*Filler*	*Filler*	*Filler*	*Filler*
6	6	*Filler*	*Filler*	*Filler*	*Filler*	*Filler*
12	4	4	*Filler*	*Filler*	4	*Filler*
12	6	Filler	*Filler*	6	Filler	*Filler*
16	4	4	*Filler*	4	4	*Filler*
18	6	6	*Filler*	*Filler*	6	*Filler*
24	6	6	*Filler*	6	6	*Filler*
24	12	*Filler*	*Filler*	12	*Filler*	*Filler*
36	6	6	6	6	6	6
36	12	12	*Filler*	*Filler*	12	*Filler*
48	12	12	*Filler*	12	12	*Filler*
60	12	12	12	12	12	*Filler*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

72	12	12	12	12	12	12

Tabel A.1.4.2 Susunan inti kabel serat optik dua lapis berbasis 6 buah *loose tube* pada lapisan dalam dan 12 *loose tube* pada lapisan luar

Jumlah serat	Lapisan dalam					
	Nomor urut *Loose tube*					
	1	2	3	4	5	6
120	12	12	12	12	12	12
144	12	12	12	12	12	12
216	12	12	12	12	12	12

Jumlah serat	Lapisan luar					
	Nomor urut *Loose tube*					
	1	2	3	4	5	6
120	12	*Filler*	*Filler*	12	*Filler*	*Filler*
144	12	*Filler*	12	*Filler*	12	*Filler*
216	12	12	12	12	12	12

Jumlah serat	Lapisan luar					
	Nomor urut *Loose tubes*					
	7	8	9	10	11	12
120	12	*Filler*	*Filler*	12	*Filler*	*Filler*
144	12	*Filler*	12	*Filler*	12	*Filler*
216	12	12	12	12	12	12

Tabel A.1.4.3 Susunan inti kabel serat optik satu lapis berbasis 8 buah loose

Jumlah serat	Nomor urut *Loose tubes*							
	1	2	3	4	5	6	7	8
60	12	12	*Filler*	*Filler*	12	12	12	*Filler*
72	12	12	12	*Filler*	12	12	12	*Filler*
84	12	12	12	12	12	12	12	*Filler*
96	12	12	12	12	12	12	12	12

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel A.1.4.4 Susunan inti kabel serat optik dua lapis berbasis 8 buah *loose tube* pada lapisan dalam dan 14 *loose tube* pada lapisan luar

Jumlah serat	Lapisan dalam							
	Nomor urut *Loose tubes*							
	1	2	3	4	5	6	7	8
240	12	12	12	12	12	12	12	12
264	12	12	12	12	12	12	12	12

Jumlah Serat	Lapisan luar						
	Nomor urut *Loose tubes*						
	1	2	3	4	5	6	7
240	12	12	12	12	12	12	*Filler*
264	12	12	12	12	12	12	12

Jumlah Serat	Lapisan luar						
	Nomor urut *Loose tubes*						
	8	9	10	11	12	13	14
240	12	12	12	12	12	12	*Filler*
264	12	12	12	12	12	12	12

Tabel A.1.4.5 Susunan inti kabel serat optik satu lapis berbasis 12 buah *loose tube*

Jumlah serat	*Loose tubes* Number											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
120	12	12	12	12	12	*Filler*	12	12	12	12	12	*Filler*
132	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	*Filler*
144	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

A.1.5. Persyaratan Karakteristik Serat Optik

A.1.5.1 1310 nm *Optimized Fibre and Characteristics*

Tabel A.1.5.1 1310 nm *Optimized Fibre and Cable Characteristics* (G.652.D)

Fibre attributes		
Attribute	***Detail***	***Value***
Mode field diameter	*Wavelength*	1310 nm
	nominal values	9,2 µm
	Tolerance	± 0.4 µm
Cladding Diameter	*Nominal*	125.0 µm
	Tolerance	± 1µm
Core concentricity error	*Maximum*	0.6 µm
Cladding noncircularity	*Maximum*	1.0 %
Cable cut-off wavelength	*Maximum*	1260 nm
Macrobend loss	*Radius*	30 mm
	Number of turns	100
	Maximum at 1625 nm	0.1 dB
Proof stress	*Minimum*	0.69 GPa
Chromatic dispersion coefficient	λ_0	1300 nm – 1324 nm
	S_0 *max*	0,092 ps/nm.km

Cable attributes		
Attribute	***Detail***	***Value***
Attenuation coefficient	*Maximum at* 1310 nm to 1625 nm	0.35 dB/km
	Maximum at 1383 nm ± 3 nm	0.35 dB/km
	Maximum at 1550 nm	0.215 dB/km
PMD *coefficient (See Note 1 &2)*	M	20 cables
	Q	0.01 %
	Maximum PMD_Q	0.10 ps/√km

NOTE 1 According to 6.2, *a maximum* PMD_Q *value on uncabled fibre is specified in order to support the primary requirement on cable* PMD_Q.

NOTE 2 *Larger* PMD_Q *values (*e.g. ≤ 0,5 ps/√km*) can be agreed for particular applications between the manufacturer and user.*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

A.1.5.2 *Non Zero dispersion Shifted Fibre* and Cable Characteristics

Tabel A.1.5.2.1 *Non Zero dispersion Shifted Fibre* and Cable Characteristics (G.655.C) (*Reduce Slope*)

Fibre attributes		
Attribute	***Detail***	***Value***
Mode Field Diameter	*Wavelength*	1550 nm
	nominal values	8.64 µm
	Tolerance	± 0.4 µm
Cladding Diameter	*Nominal*	125 µm
	Tolerance	± 1µm
Core concentricity error	*Maximum*	0.8 µm
Cladding noncircularity	*Maximum*	2.0 %
Cable cut-off wavelength	*Maximum*	1450 nm
Macrobend loss	*Radius*	30 mm
	Number of turns	100
	Maximum at 1625 nm	0.05 dB
Proof stress	*Minimum*	0.69 GPa
Chromatic Dispersion Coefficient Wavelength range: 1530 – 1565 nm	λ_{min} *and* $\lambda_{max.}$	1530 nm and 1565 nm.
	Min. value of D_{min}	2.0 ps/nm.km
	Max. value of $D_{max.}$	6.0 ps/nm.km
	Sign	*Positive or Negative*
Uncabled fiber PMD *Coefficient*	*Maximum*	*(See note* 1 & 2*)*
Cable attributes		
Attribute	***Detail***	***Value***
Attenuation coefficient	*Maximum at* 1550 nm	0.215 dB/km
	Maximum at 1625 nm	0.30 dB/km
PMD *coefficient (Note* 1*)*	M	20 cables
	Q	0.01 %
	Maximum PMD_Q	0.10 ps/√km

NOTE 1According to 6.2*, a maximum* PMD_Q *value on uncabled fibre is specified in order to support the primary requirement on cable* PMD_Q*.*

NOTE 2 *Larger* PMD_Q *values (*e.g. ≤ 0,5 ps/√km*) can be agreed for particular applications between the manufacturer and user.*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel A.1.5.2.2 *Non Zero dispersion Shifted Fibre* and Cable Characteristics (G.655.C) (*Large Effective Area*)

Fibre attributes		
Attribute	***Detail***	***Value***
Mode Field Diameter	*Wavelength*	1550 nm
	Nominal values	9.6 µm
	Tolerance	± 0.4 µm
Cladding Diameter	*Nominal*	125 µm
	Tolerance	± 1 µm
Core concentricity error	*Maximum*	0.8 µm
Cladding non circularity	*Maximum*	2.0 %
Cable cut-off wavelength	*Maximum*	1450 nm
Macrobend loss	*Radius*	30 mm
	Number of turns	100
	Maximum at 1625 nm	0.1 dB
Proof stress	*Minimum*	0.69 GPa
Chromatic Dispersion Coefficient Wavelength range: 1530 – 1565 nm	λ_{min} *and* $\lambda_{max.}$	1530 nm and 1565 nm.
	Min. value of D_{min}	1.0 ps/nm.km
	Max. value of $D_{max.}$	10 ps/nm.km
	Sign	*Positive or negative*
	$D_{max} - D_{min}$	≤5.0 ps/nm.km
Uncabled fiber PMD *Coefficient*	*Maximum*	*(See note* 1 & 2*)*
Cable attributes		
Attribute	***Detail***	***Value***
Attenuation coefficient	*Maximum at* 1550 nm	0.215 dB/km
	Maximum at 1625 nm	0.30 dB/km
PMD *coefficient*	M	20 cables
	Q	0.01 %
	Maximum PMD_Q	0.10 ps/√km

NOTE 1 *According to* 6.2, *a maximum* PMD_Q *value on uncabled fibre is specified in order to support the primary requirement on cable* PMD_Q.

NOTE 2 *Larger* PMD_Q *values (*e.g. ≤ 0,5 ps/√km*) can be agreed for particular applications between the manufacturer and user.*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel A.1.5.3 *Non Zero dispersion Shifted Fibre* and Cable Characteristics (G.655.D)

Fibre attributes		
Attribute	***Detail***	***Value***
Mode Field Diameter	*Wavelength*	1550 nm
	Range of nominal values	9.6 nm
	Tolerance	± 0.4 µm
Cladding Diameter	*Nominal*	125 µm
	Tolerance	± 1 µm
Core concentricity error	*Maximum*	0.6 µm
Cladding noncircularity	*Maximum*	1.0 %
Cable cut-off wavelength	*Maximum*	1450 nm
Macrobend loss	*Radius*	30 mm
	Number of turns	100
	Maximum at 1625 nm	0.1 dB
Proof stress	*Minimum*	0.69 GPa
Chromatic Dispersion Coefficient (ps/nm•km)	$D_{min}(\lambda)$: 1460 nm – 1550 nm	
	$D_{min}(\lambda)$: 1550 nm – 1625 nm	
	$D_{max}(\lambda)$: 1460 nm – 1550 nm	
	$D_{max}(\lambda)$: 1550 nm – 1625 nm	
Uncabled fiber PMD *Coefficient*	*Maximum*	*(See note* 1 & 2*)*
Cable attributes		
Attribute	***Detail***	***Value***
Attenuation coefficient	*Maximum at* 1550 nm	0.215 dB/km
	Maximum at 1625 nm	0.35 dB/km
PMD *coefficient*	M	20 cables
	Q	0.01 %
	Maximum PMD_Q	0.10 ps/√km
NOTE 1 According to 6.2*, a maximum* PMD_Q *value on uncabled fibre is specified in order to support the primary requirement on cable* PMD_Q*.*		
NOTE 2 Larger PMD_Q *values (e.g.* ≤ 0,5 ps/ km*) can be agreed for particular applications between the manufacturer and user.*		

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel A.1.5.4 *Non Zero dispersion Shifted Fibre* and Cable Characteristics (G.655.E)

Fibre attributes		
Attribute	***Detail***	***Value***
Mode Field Diameter	*Wavelength*	1550 nm
	Nominal	9.6 μm
	Tolerance	± 0.4 μm
Cladding diameter	*Nominal*	125.0 μm
	Toleransi	±1 μm
Core concentricity error	*Maximum*	0.6 μm
Cladding non circularity	*Maximum*	1.0 %
Cable cut-off wavelength	*Maximum*	1450 nm
Macrobend loss	*Radius*	30 mm
	Number of turn	100
	Maximum at 1625 nm	0.05 dB
Proof stress	*Minimum*	0.69 Gpa
Chromatic Dispersion Coefficient (ps/nm.km)	$D_{min}(\lambda)$: 1460 nm - 1550 nm	5.42/90(λ-1460)+0.64
	$D_{min}(\lambda)$: 1550 nm - 1625 nm	3.30/75(λ-1550)+6.06
	$D_{max}(\lambda)$: 1460 nm - 1550 nm	4.65/90(λ-1460)+4.66
	$D_{max}(\lambda)$: 1550 nm - 1625 nm	4.12/75(λ-1550)+9.31
Uncabled fiber PMD Coefficient	*Maximum*	*(See note 1 & 2)*

Cable attributes		
Attribute	***Detail***	***Value***
Attenuation coefficient	*Maximum at* 1550 nm	0.215 dB/km
	Maximum at 1625 nm	0.30 dB/km
PMD *coefficient*	M	20 cables
	Q	0.01%
	Maximum PMD_Q	0.10 ps/√km

NOTE 1 According to ITU-T *Rec.* G. 655.E *sub-clause* 6.2, *a maximum* PMD_Q *value on uncabled fibre is specified in order to support the primary requirement on cable* PMD_Q.

NOTE 2 Larger PMD_Q *values (e.g.* ≤ 0.5 ps/ √km*) can be agreed for particular applications between the manufacturer and user (see Note 4).*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel A.1.5.5 *Non-zero Dispertion for Wideband Optical Transport* (G.656)

Fibre attributes		
Attribute	***Detail***	***Value***
Mode Field Diameter	*Wavelength*	1550 nm
	Nominal	8.6 μm
	Tolerance	±0.4 μm
Cladding Diameter	*Nominal*	125.0 μm
	Tolerance	±1 μm
Core concentricity error	*Maximum*	0.8 μm
Cladding non-circularity	*Maximum*	2.0 %
Cable cut-off wavelength	*Maximum*	1450 nm
Macrobend loss	*Radius*	30 mm
	Number of turns	100
	Maximum at 1625 nm	0.50 dB
Proof stress	*Minimum*	0.69 GPa
Chromatic Dispersion Coefficient	$D_{min}(\lambda)$: 1460 nm -1550 nm	2.6/90(λ-1460)+1.00
	$D_{min}(\lambda)$: 1550 nm -1625 nm	0.98/75(λ-1550)+3.60
	$D_{max}(\lambda)$: 1460 nm -1550 nm	4.68/90(λ-1460)+4.60
	$D_{max}(\lambda)$: 1550 nm -1625 nm	4.72/75(λ-1550)+9.28
Uncabled fibre PMD *coefficient*	*Maximum*	*(Note* 1&2*)*

Cable attributes		
Attribute	***Detail***	***Value***
Attenuation coefficient (Note 3*)*	*Maximum at* 1460 nm	0.25 dB/km
	Maximum at 1550 nm	0.215dB/km
	Maximum at 1625 nm	0.30 dB/km
PMD *coefficient*	M	20 cables
	Q	0.01%
	Maximum PMD_Q	0.10 ps/√km

NOTE 1 If a Raman pump is used outside this wavelength region, fibre properties must be suitable for accommodating this pump.

NOTE 2 An optional maximum PMD *coefficient on uncabled fibre may be specified by cablers to support the primary requirement on cable* PMD_Q *if it has been demonstrated for a particular cable construction.*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel A.1.5.6 *Bending Loss Insensitive Single mode* Fibre and Cable Characteristic (G.657.A)

Fibre attributes			
Attribute	***Detail***	***Value***	
Mode Field Diameter	*Wavelength*	1310 nm	
	Nominal	9.6 μm	
	Tolerance	±0.4 μm	
Cladding Diameter	*Nominal*	125.0 μm	
	Tolerance	±0.7 μm	
Core concentricity error	*Maximum*	0.5 μm	
Cladding noncircularity	*Maximum*	1.0 %	
Cable cut-off wavelength	*Maximum*	1260 nm	
Macrobending loss (Notes 1, 2)	*Radius*	15	10
	number of turn	10	1
	Maximum at 1625 nm	0.10	0.20
Proof stress	*Minimum*	0.69 GPa	
Chromatic Dispersion Coefficient	λo_{min}	1300 nm	
	λo_{max}	1324nm	
	So_{max}	0.092 ps/nm^2·km	
Cable attributes			
Attribute	***Detail***	***Value***	
Attenuation coefficient	*Maximum from* 1310 nm *to* 1625 nm *(Note 3)*	0.35 dB/km	
	Maximum at 1383 nm ± 3 nm	*(Note 4)*	
	Maximum at 1550 nm	0.215 dB/km	
PMD *coefficient*	M	20 *cables*	
	Q	0.01 %	
	Maximum PMD_Q	0.10 ps/√km	

Note 1 G.652 *fibers deployed at radius of* 15 mm *generally can have macrobending losses of several* dBs *per* 10 *turns at* 1625 nm.

Note 2 The macrobending loss can be evaluated using a mandrel winding methode (Method A *of [*IEC 60793-1-47], *substituting the bending radius and the number of turns specified in this table.*

Note 3 This wavelength region can be extended to 1260 nm *by adding* 0.07 dB/km *induced Rayleigh scattering loss to the attenuation value at* 1310 nm. *In this case, the cable cut-off wavelength should not exceed* 1250 nm.

Note 4 *The sampled attenuation average at this wavelength shall be less than or equal to the maximum value specified for the range,* 1310 nm *to* 1625 nm, *after hydrogen ageing according to [*b-IEC 60793-2-50*] regarding the* B1.3 *fiber category.*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

A.1.6. Persyaratan Karakteristik Material

Tabel A1.6.1 Persyaratan Pelindung Sekunder (Polybutyleneterephthalate - PBTP)

No.	Sifat-sifat	Nilai	Satuan
1	Masa jenis	≥ 1,30	gr/cm^3
2	Titik leleh	221-250	°C
3	*Coeficient of linear expansion*	$0,7 \times 10^{-4}$	K^{-1}
4	Kuat tarik	≥ 30	N/mm^2
5	Batas pemuluran pada saat putus	> 200	%

Tabel A1.6.2 Persyaratan Jeli *Thixotropic* Pengisi *Loose tube*

No.	Sifat-sifat	Nilai	Satuan
1	Masa jenis relatif	0,9	gr/ml
2	*Cone penetration at* 20 °C *Cone penetration at* 0 °C *Cone penetration at* -20 °C	350 320 190	Dmm
3	Warna	Netral	-

Tabel A.1.6.3 Persyaratan Jeli Pengisi Kabel

No.	Sifat-sifat	Nilai	Satuan
1	Masa jenis relatif	0,9	gr/ml
2	Konstanta dielektrikum pada 20 °C	≤ 2,3	-
3	Tahanan jenis pada 23 °C	$\geq 3x10^{15}$	ohm.cm
4	Titik leleh	> 150	°C
5	Warna	Netral	-
6	*Cone Penetration at* 25 °C	≥ 300/10	mm/det.

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel A.1.6.4 Persyaratan Aramid Yarn

No.	Sifat-sifat	Nilai
1	Pemuluran	2 % ≥
2	Ketahanan terhadap panas	Pada temperatur sampai dengan 250 °C *aramid yarn* harus memiliki sifat-sifat sbb: a. Tidak terbakar ataupun melumer. b. Pemuluran ≥ 2 %. c. Degradasi dari kuat tarik ≤ 20 % dari kuat tarik aramid sebelum dipanaskan.

Tabel A.1.6.5 Persyaratan Pita Penahan Rembesan Air

No.	Sifat-sifat	Nilai	Satuan
1.	Masa Jenis	110	gr/m^3
2.	Tebal	0,30	mm
3	Kuat tarik	> 40	N/cm
4.	Batas pemuluran	> 12	%
5.	*Swelling speed*	> 7	mm/1st min
6.	*Swelling height*	> 10	Mm/3 mm
7.	*Short term stability*	230	°C
8.	*Long-term stability*	90	°C

Tabel A.1.6.6 Persyaratan Selubung Polietilen

No.	Sifat-sifat	Nilai	Satuan
1.	Masa Jenis	> 0,94	gr/cm^3
2.	Kuat tarik	> 2200	N/cm^2
3.	Batas pemuluran	> 300	%
4.	Kuat dielektrikum	$> 2,2 \times 10^7$	v/m
5.	Konstanta dielektrikum	< 2,82	-
6.	Kadar karbon	2.5 ± 0.5	%
7.	Titik lunak	70 ≥	°C

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel A.1.6.7 Berat Benang Aramid Sebagai Penguat Penguat Tambahan

Berat	Komposisi Kabel
1,0 kg/km	6 *loose tube* termasuk *filler*
1,4 kg/km	8 *loose tube* termasuk *filler*
3,0 kg/km	6 *loose tube* lapisan dalam dan 12 *loose tube* lapisan luar
3,5 kg/km	8 *loose tube* lapisan dalam dan 14 *loose tube* lapisan luar
2,0 kg/km	12 *loose tube* termasuk *filler*

A.2 Persyaratan Mekanis

A.2.1 Persyaratan Mekanis Kabel Serat Optik

Tabel A.2.1.1 Persyaratan Mekanis Kabel Serat Optik Kapasitas ≤ 96 Serat Optik

No.	Sifat-Sifat	Kapasitas Kabel (Serat)					Satuan
		4-16	18-36	48	60-72	84-96	
1.	Kuat tarik	> 2850	> 2850	> 2850	> 2850	> 2850	N
2.	Ketahanan *crush*	≥ 2200	≥ 2200	≥ 2200	≥ 2200	≥ 2200	N/100mm
3.	*Bending* minimum	250	270	300	300	300	mm

Tabel A.2.1. 2 Persyaratan Mekanis Kapasitas 120 ~ 264 Serat Optik

No.	Sifat-Sifat	Kapasitas Kabel (Serat)					Satuan
		120	144	216	240	264	
1.	Kuat tarik	> 2850	> 2850	> 2850	> 2850	> 2850	N
2.	Ketahanan *crush*	2200 ≥	2200 ≥	2200 ≥	2200 ≥	2200 ≥	N/100mm
3.	*Bending* minimum	330	330	330	360	360	mm

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel A.2.1.3 Persyaratan Pengujian Kuat Tarik

No	Sifat	Nilai	Satuan	Persyaratan
1	Gaya Tarik	2850	N	Bertambahnya redaman maksimum setelah pengujian harus ≤ 0,05 dB
2	Waktu	10	menit	
3	Kecepatan Tarik	2,5	mm/ menit	
4	Waktu rileks	40	detik	
5	Panjang Kabel	150	meter	

Tabel A.2.1.4 Persyaratan Pengujian Kabel *Repeated Bending*

No	Sifat	Nilai	Satuan	Persyaratan
1	Sudut *Bending*	± 90	°	Bertambahnya redaman maksimum setelah pengujian harus ≤ 0,05 dB
2	Berat Beban	5,5	Kg	
3	Frekuensi	30	cpm	
4	Waktu rileks	10	detik	
5	Waktu pengetesan	100	detik	

Tabel A.2.1.5 Metode Pengujian Peremukan

No	Sifat	Nilai	Satuan	Persyaratan
1	Gaya	4400	N	Bertambahnya redaman maksimum setelah pengujian harus ≤ 0,05 dB
2	Waktu	10	menit	
3	Kecepatan	2,5	mm/menit	
4	Waktu rileks	20	detik	
5	Panjang	100	m	

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel A.2.1.6 Metode Pengujian Puntiran

No	Sifat	Nilai	Satuan	Persyaratan
1	Panjang kabel	4	meter	Bertambahnya redaman maksimum setelah pengujian harus ≤ 0,05 dB
2	Waktu	10	menit	
3	Frekuensi	30	cpm	
4	Sudut Puntir	180	°	
5	Waktu rileks	10	detik	

Tabel A.2.1.7 Metode Pengujian Tumbukan

No	Sifat	Nilai	Satuan	Persyaratan
1	Berat untuk diameter kabel ≥ 13 mm Berat untuk kabel diameter < 13	6,5 3	Kg	Bertambahnya redaman maksimum setelah pengujian harus ≤ 0,05 dB
2	Jumlah	3	di 5 lokasi	
3	Tinggi	150	mm	
4	Waktu rileks	20	detik	

Tabel A.2.1. 8 Persyaratan Pengujian Perubahan Temperatur Satu Siklus

No.	Temperatur	Waktu
1	Temperatur ruang ~ 20 °C	1 jam
2	20 °C	4 jam
3	20 °C ~ 70 °C	2 jam
4	70 °C	4 jam
5	70 °C ~ 20 °C	2 jam

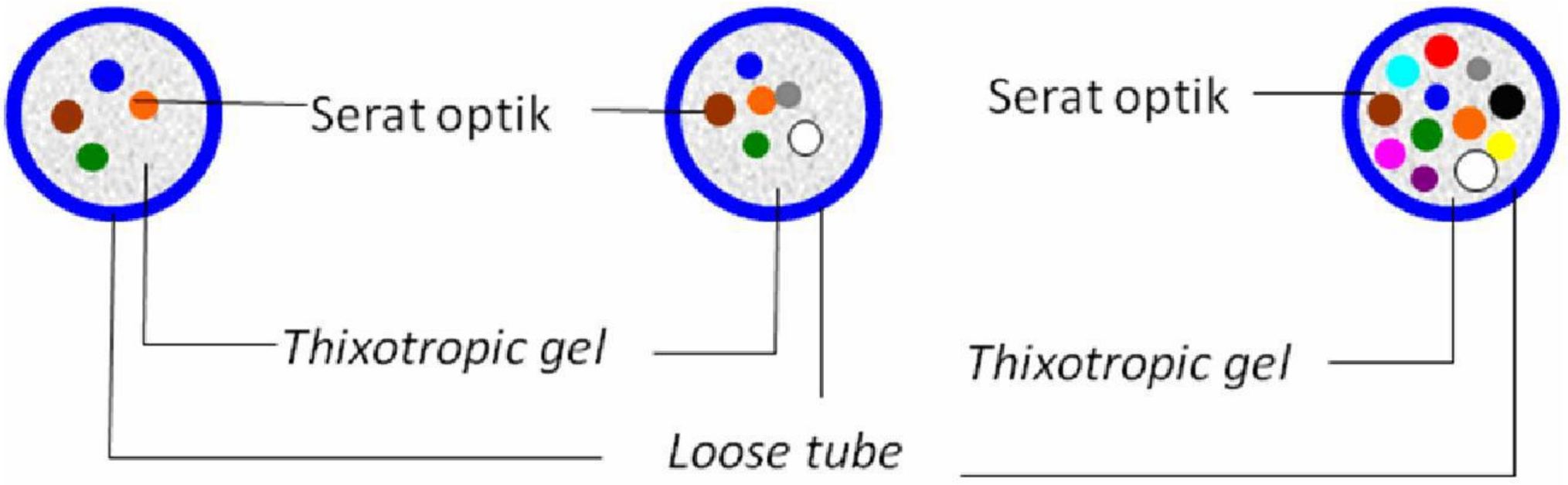
"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Tabel A.2.1.9 Persyaratan Kondisi Lingkungan

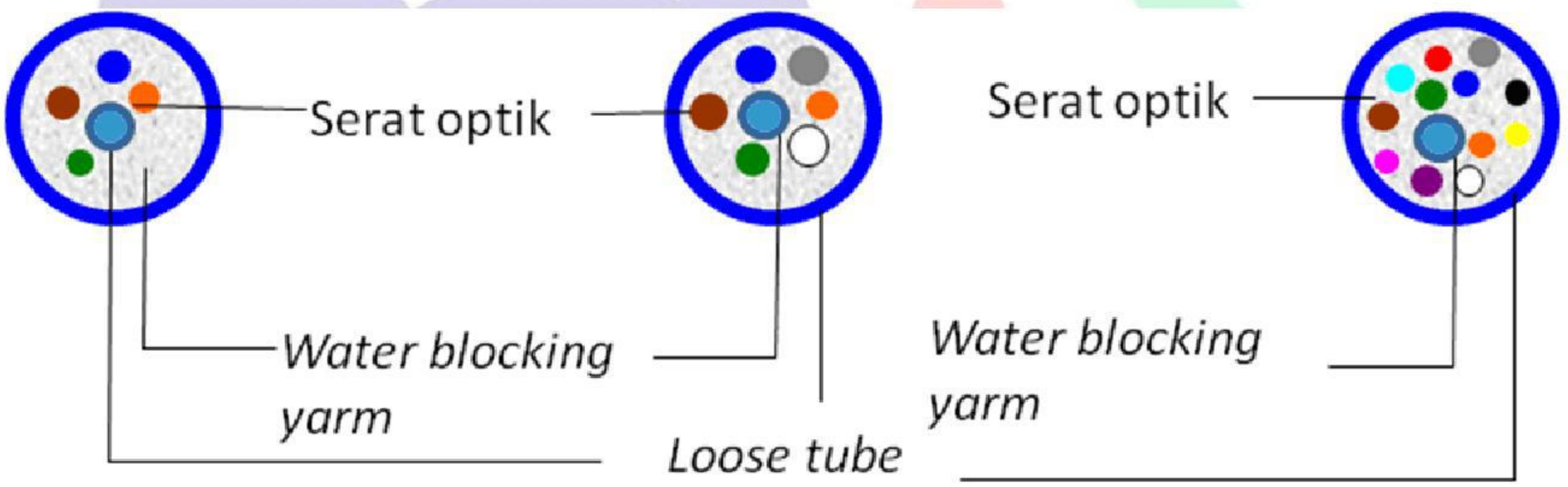
No.	Sifat-sifat	Nilai
1	Temperatur operasi	10 °C ~ 50 °C
2	Kelembaban relatif pada kondisi operasi	20 % ~ 100 %
3	Temperatur penyimpanan	10 °C ~ 70 °C
4	Kelembaban relatif pada kondisi penyimpanan	20 % ~ 95 %

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Lampiran B
(informatif)
Gambar konstruksi kabel serat optik

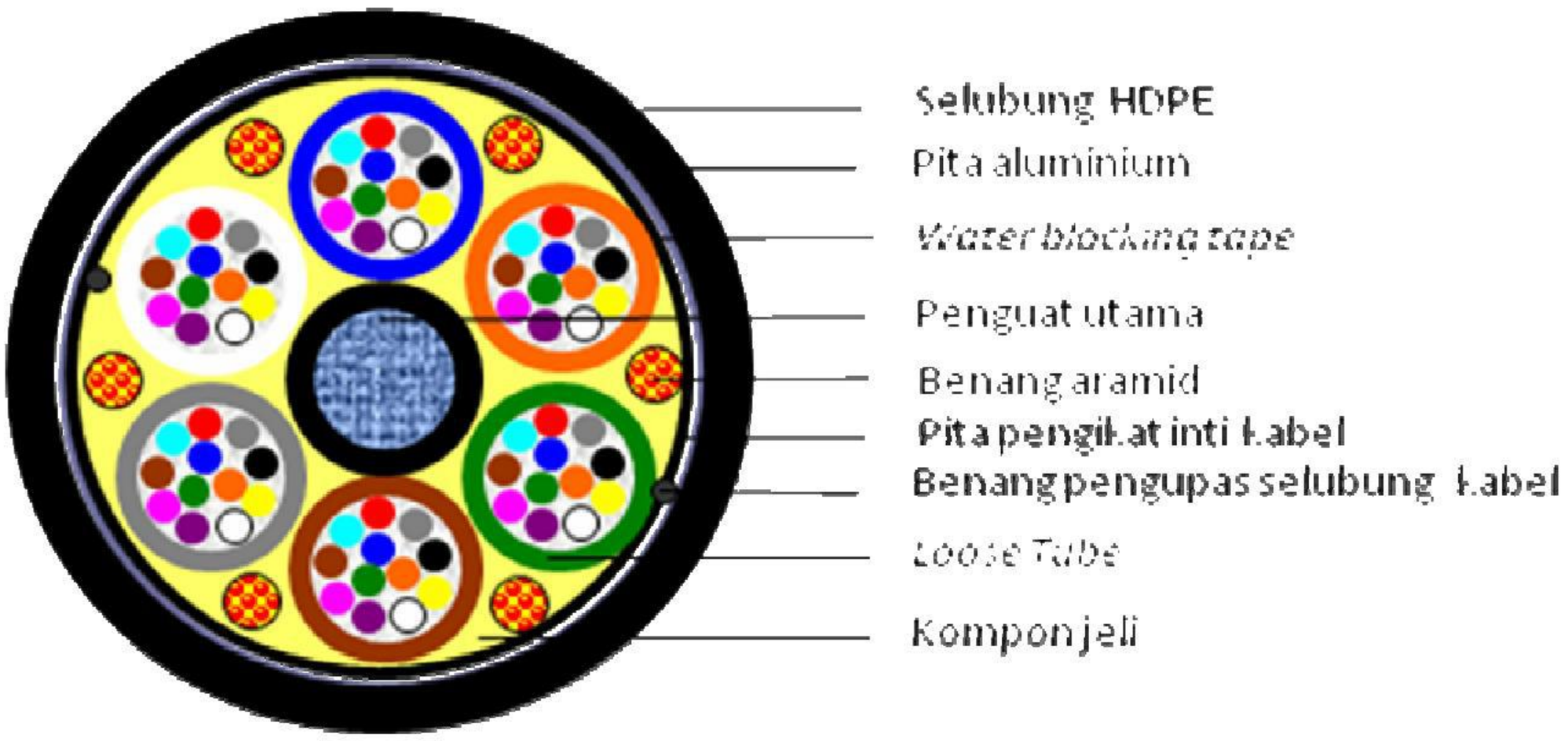


Gambar B.1 – *Loose tube* Berisi Serat Optik dengan Penahan Rembesan Air Berupa *Thixotropic Gel*.

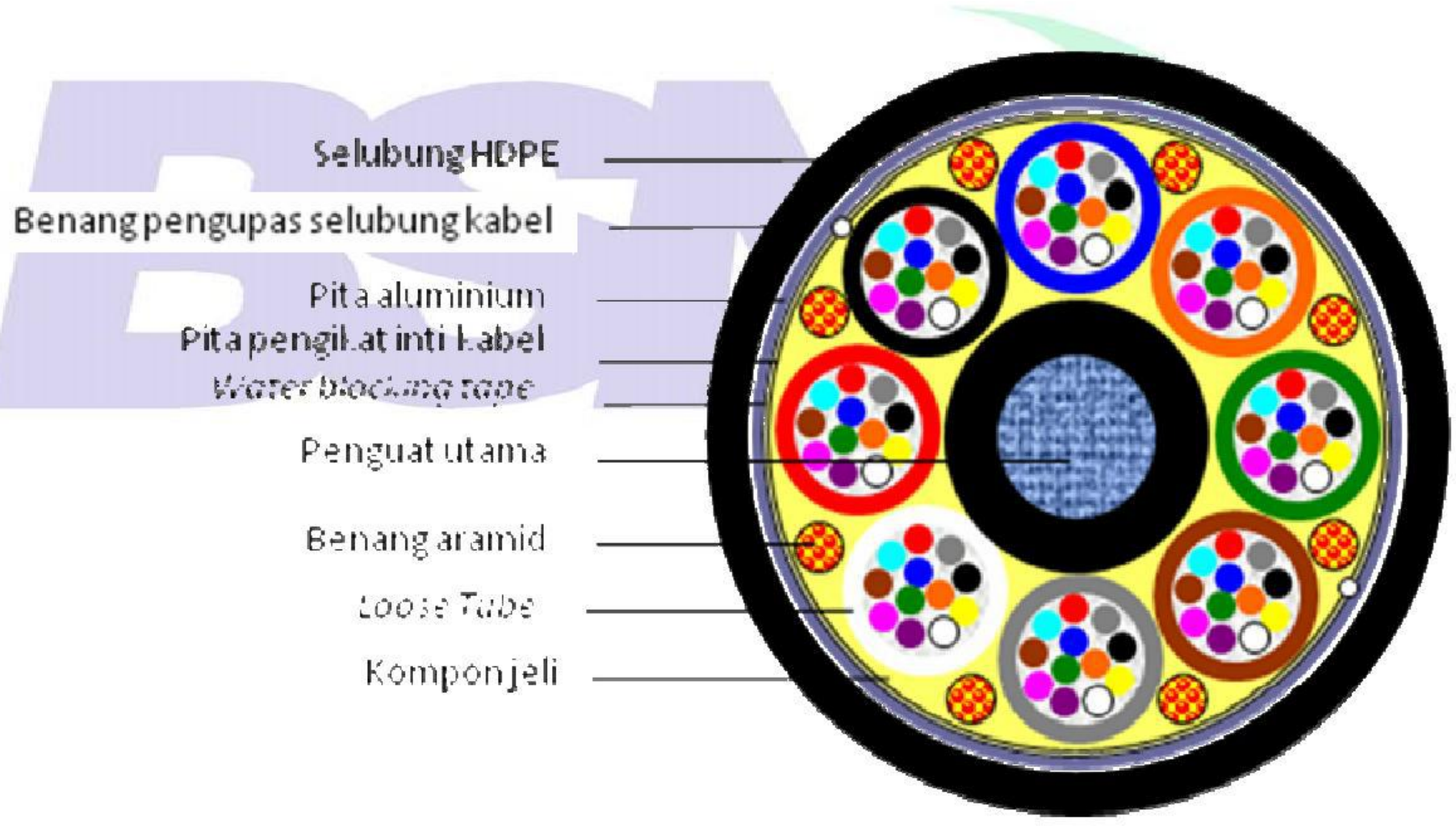


Gambar B.2 - *Loose tube* Berisi Serat Optik dengan Penahan Rembesan Air Berupa *Water Blocking Yarn*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

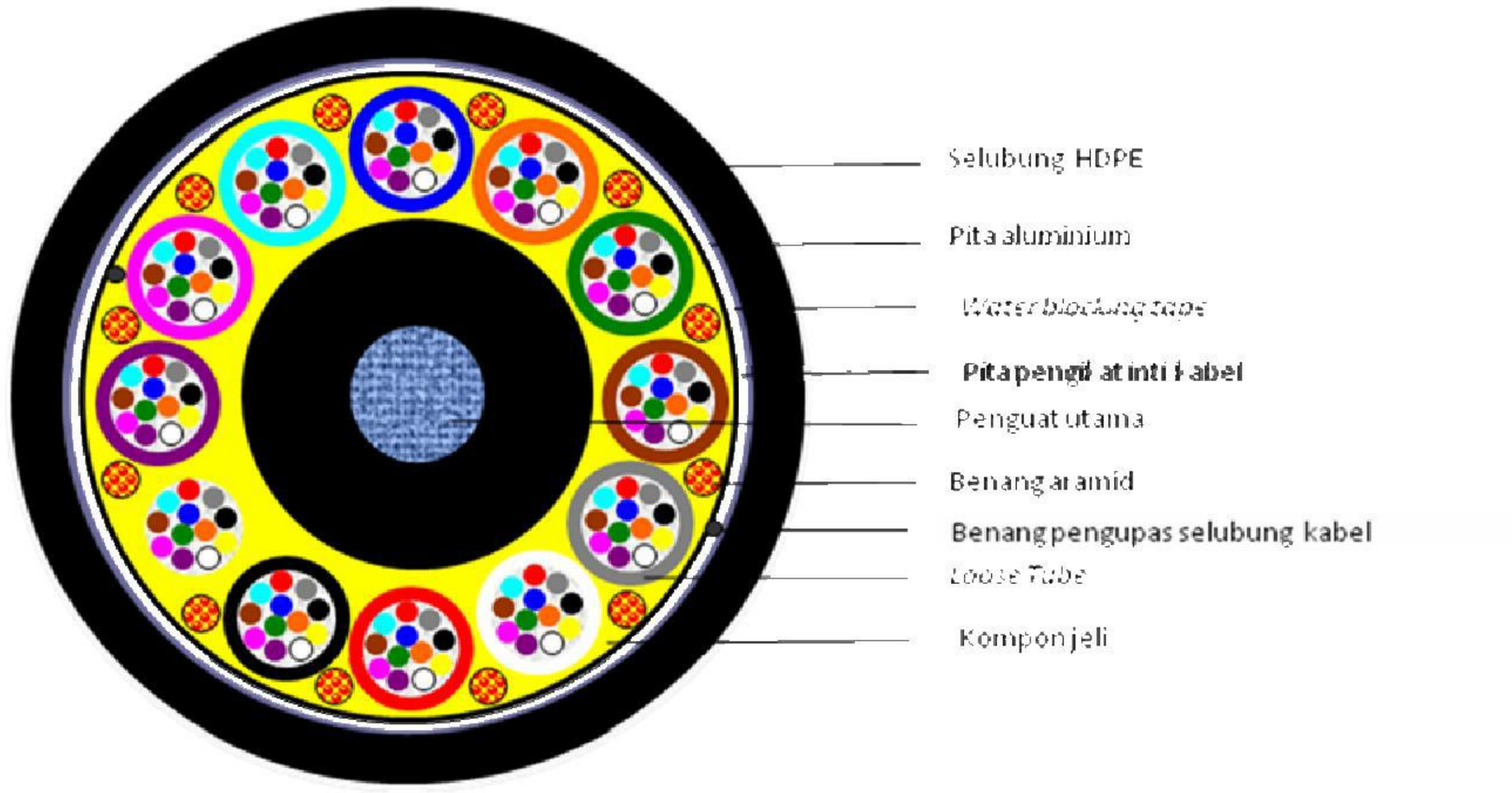


Gambar B.3 - Struktur Kabel Serat Optik *Duct* Rancangan Satu Lapis Berisi 6 *Loose tube* dengan Penahan Rembesan Air Berupa Kompon Jeli

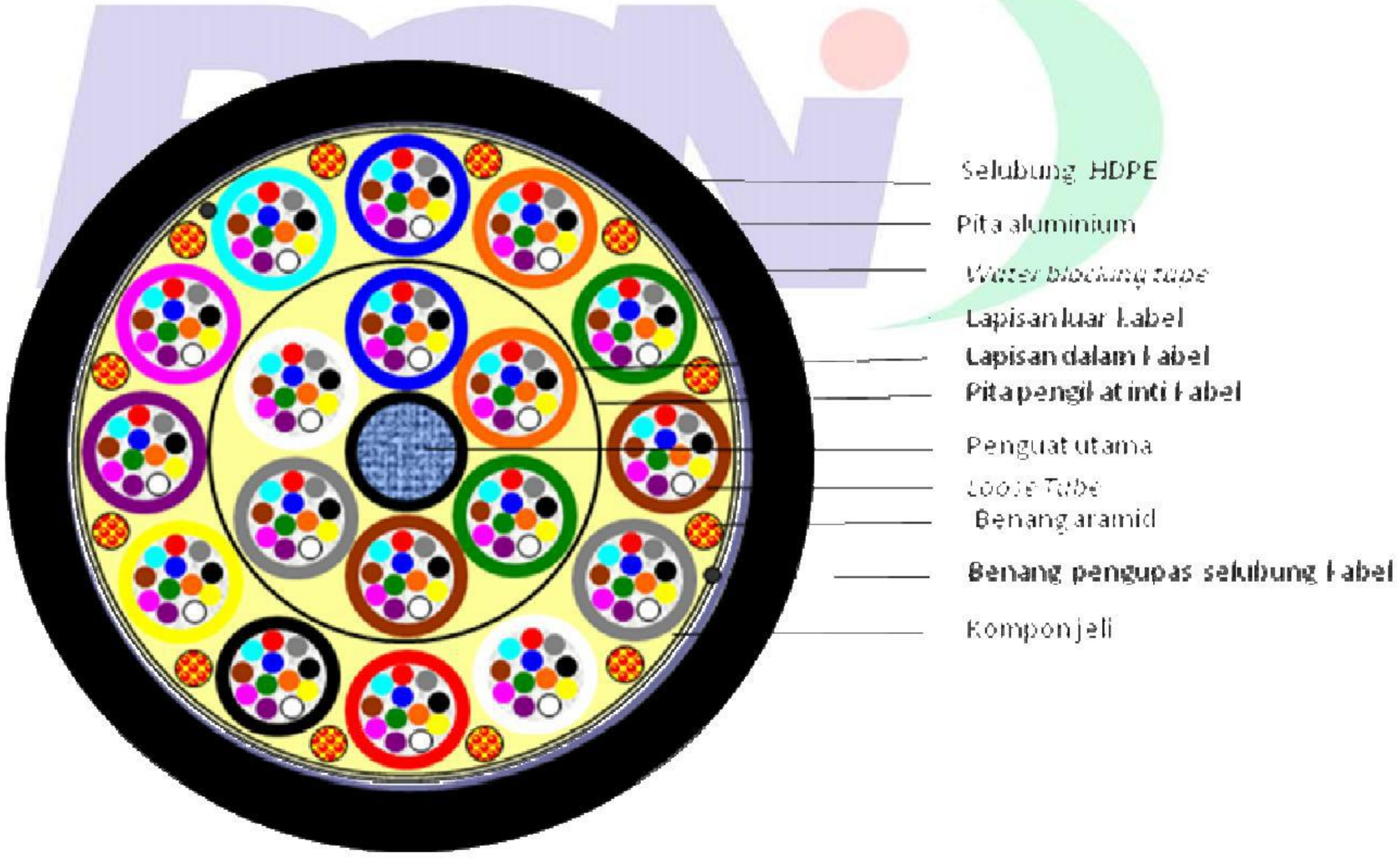


Gambar B.4 - Struktur Kabel Serat Optik *Duct* Rancangan Satu Lapis Berisi 8 *Loose tube* dengan Penahan Rembesan Air Berupa Kompon Jeli

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

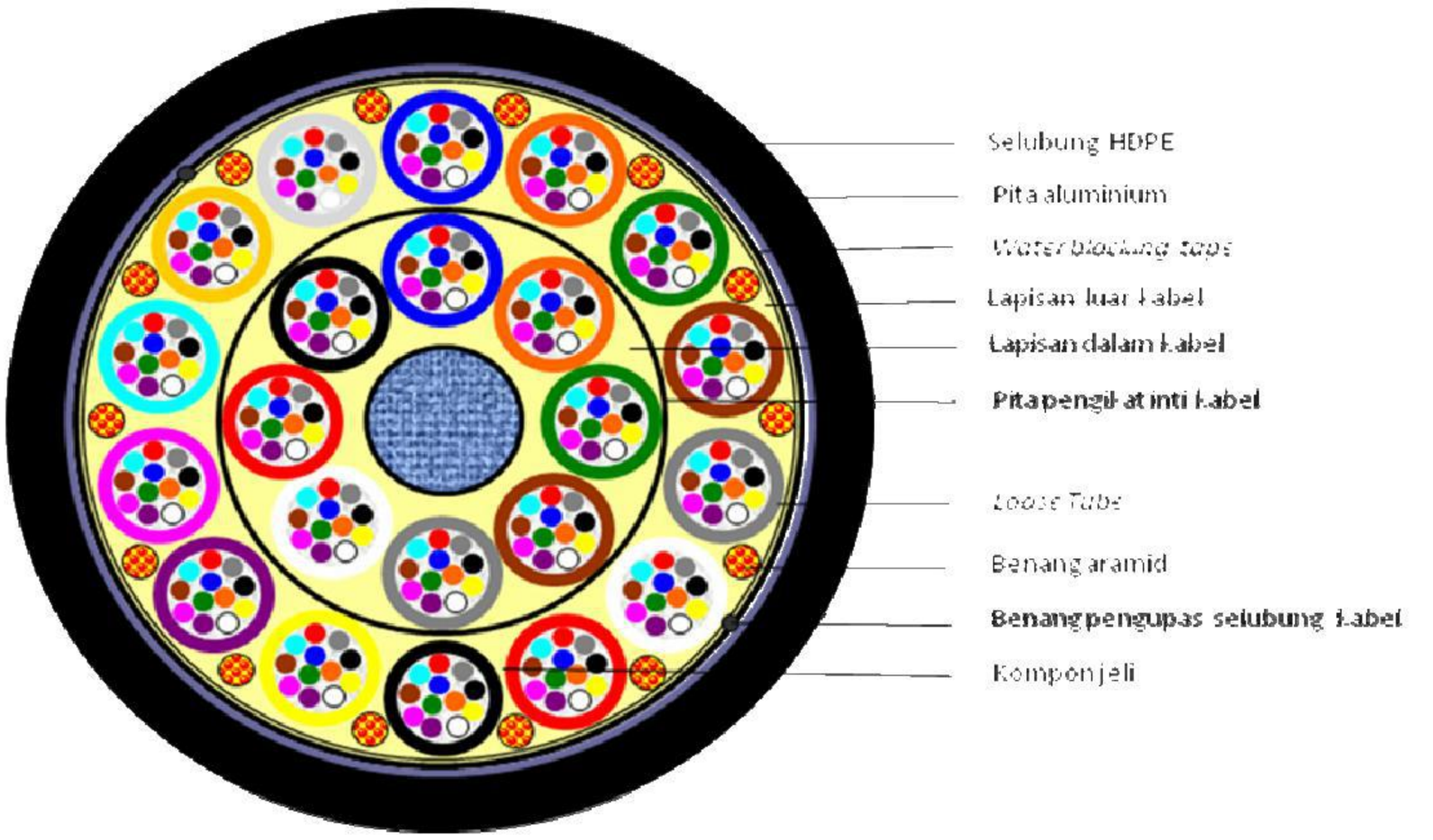


Gambar B.5 - Struktur Kabel Serat Optik *Duct* Rancangan Satu Lapis Berisi 12 *Loose tube* dengan Penahan Rembesan Air Berupa Kompon Jeli

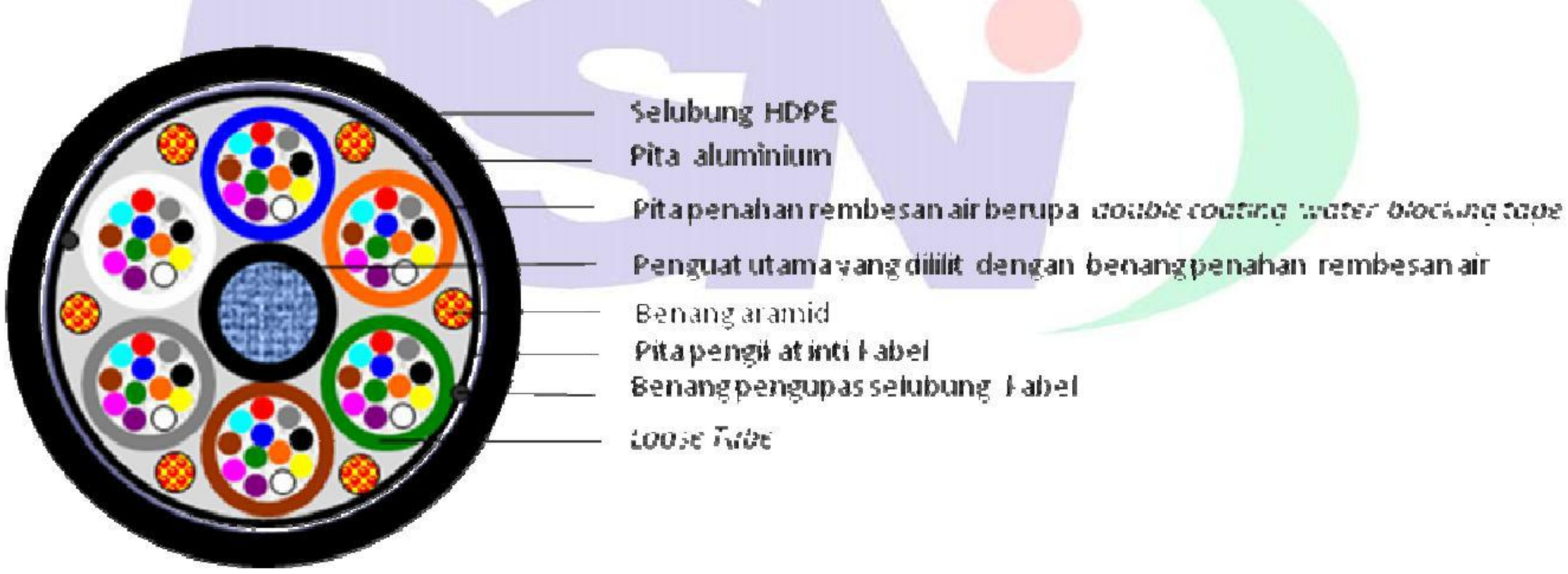


Gambar B.6 - Struktur Kabel Serat Optik *Duct* Dua Lapis Berisi 6 *Loose tube* pada Lapisan Dalam dan 12 *Loose tube* pada Lapisan Luar dengan Penahan Rembesan Air Berupa Kompon Jeli

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"



Gambar B.7 - Struktur Kabel Serat Optik *Duct* Dua Lapis Berisi 8 *Loose tube* pada Lapisan Dalam dan 14 *Loose tube* pada Lapisan Luar dengan Penahan Rembesan Air Berupa Kompon Jeli

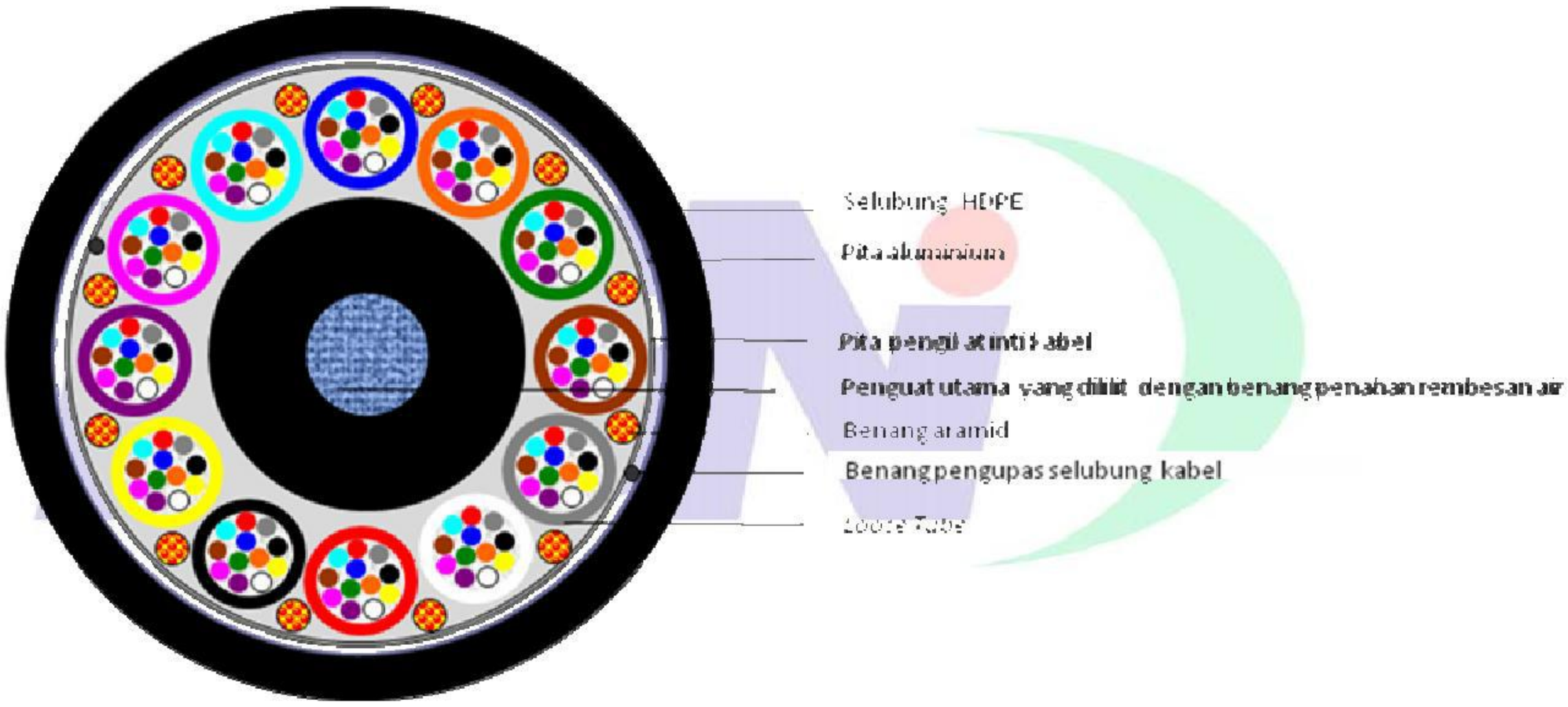


Gambar B.8 - Struktur Kabel Serat Optik *Duct* Rancangan Satu Lapis Berisi 6 *Loose tube* dengan Penahan Rembesan Air Berupa *Water Blocking Tape*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

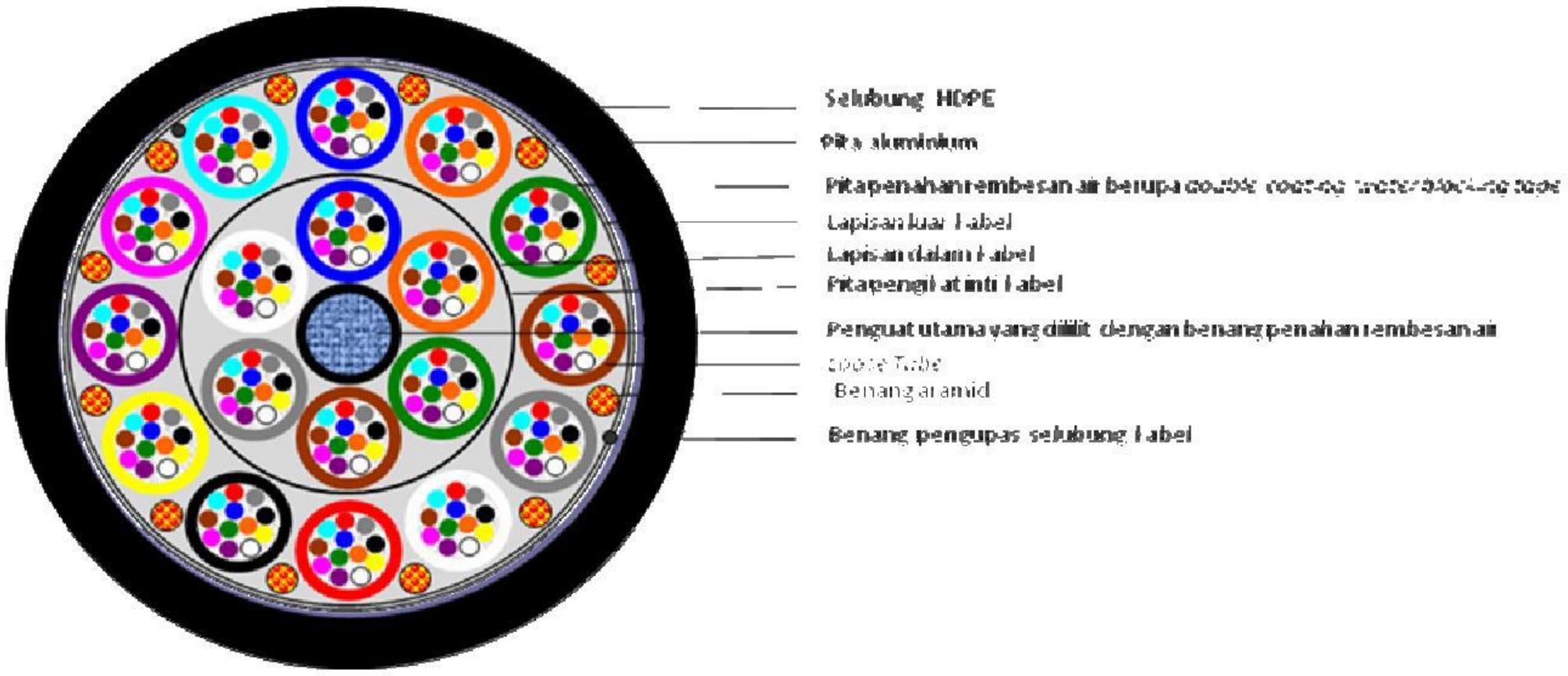


Gambar B.9 - Struktur Kabel Serat Optik *Duct* Rancangan Satu Lapis Berisi 8 *Loose tube* dengan Penahan Rembesan Air Berupa *Water Blocking Tape*

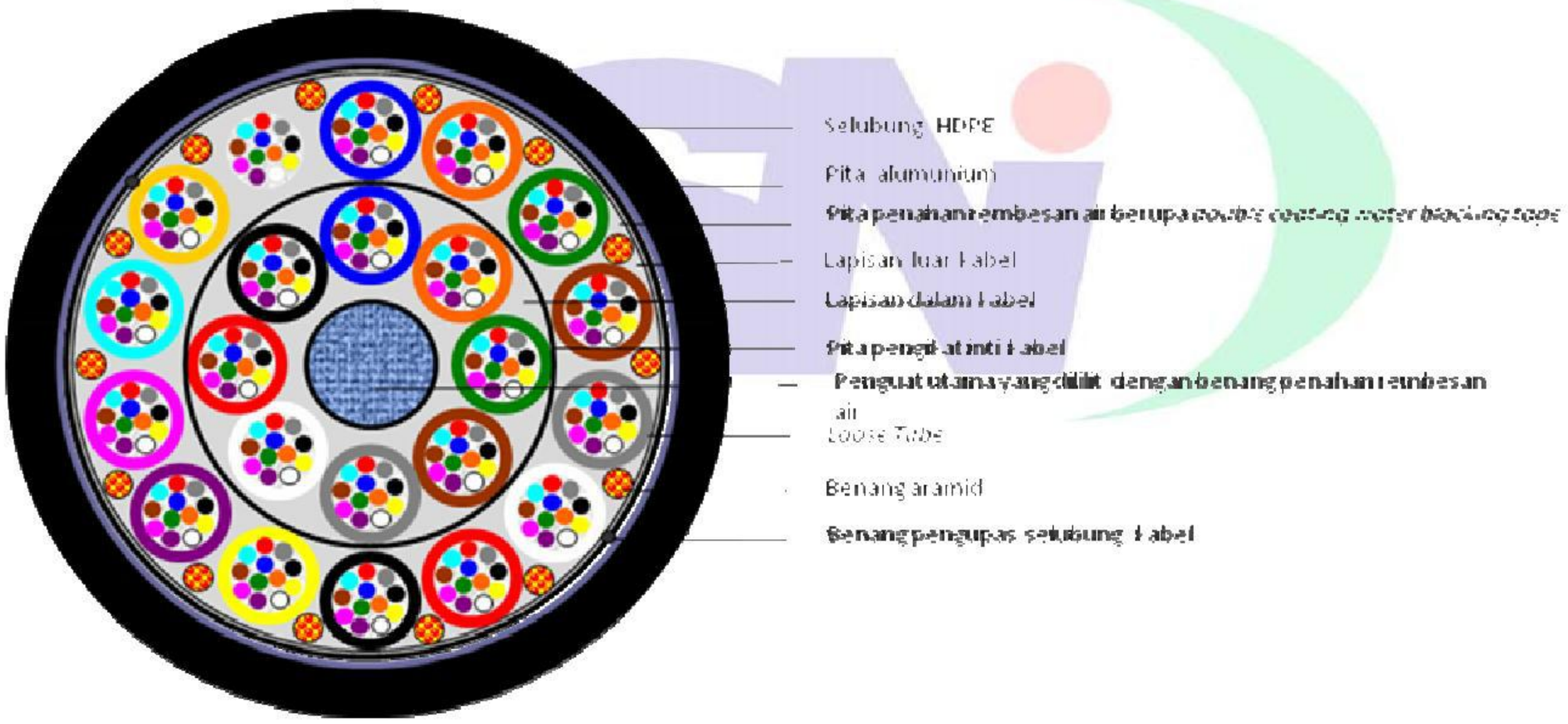


Gambar B.10 - Struktur Kabel Serat Optik *Duct* Rancangan Satu Lapis Berisi 12 *Loose tube* dengan Penahan Rembesan Air Berupa *Water Blocking Tape*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

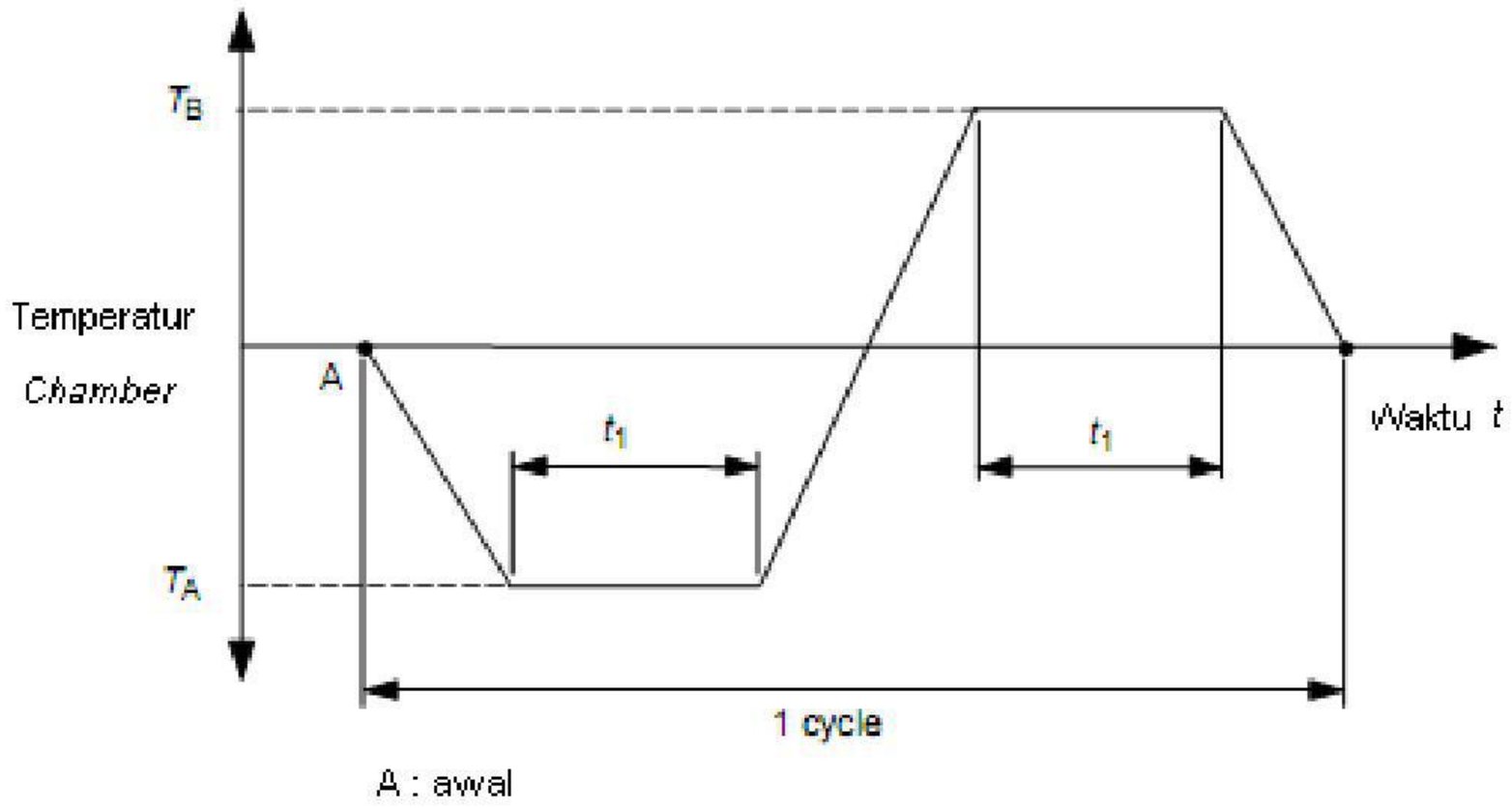


Gambar B.11 - Struktur Kabel Serat Optik *Duct* Dua Lapis Berisi 6 *Loose tube* pada Lapisan Dalam dan 12 *Loose tube* pada Lapisan Luar dengan Penahan Rembesan Air Berupa *Water Blocking Tape*

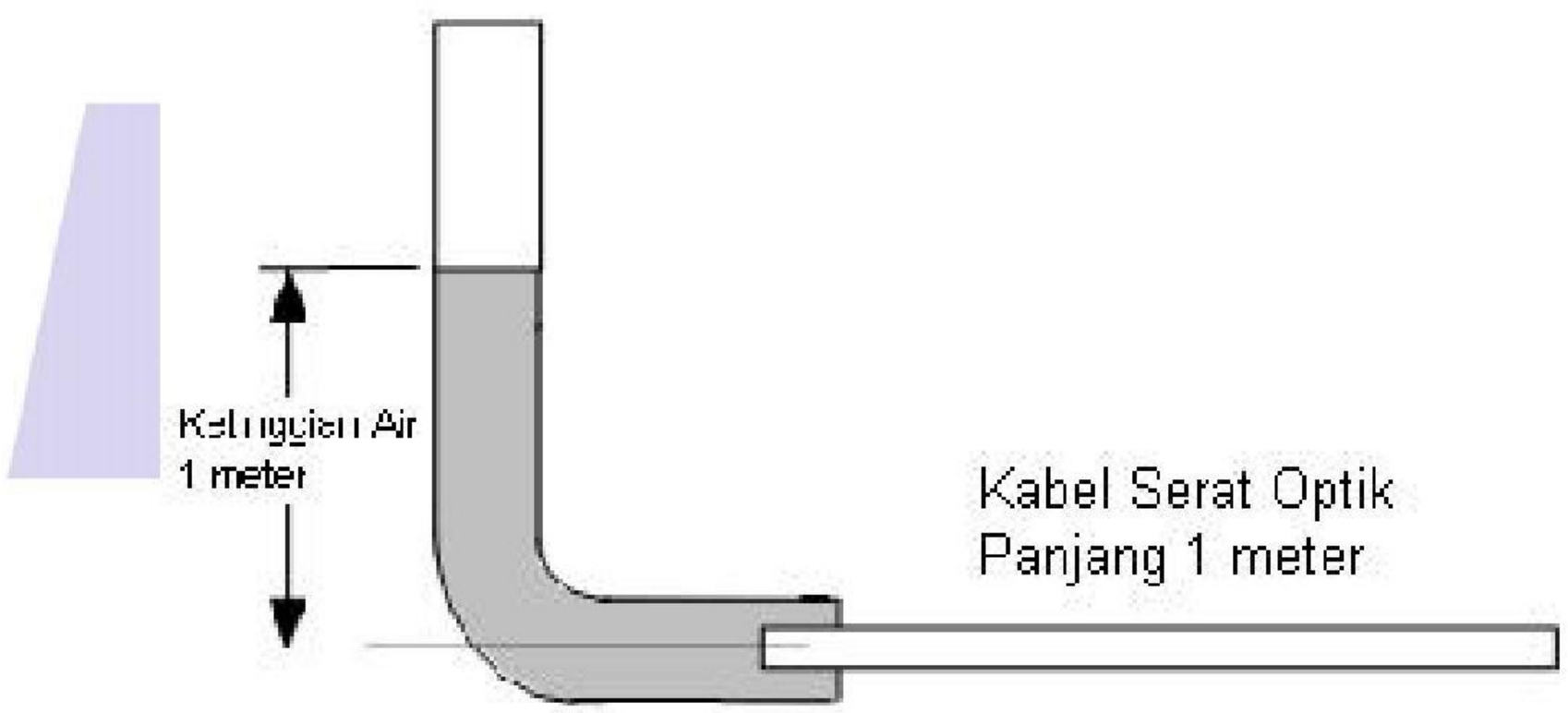


Gambar B.12 - Struktur Kabel Serat Optik *Duct* Dua Lapis Berisi 8 *Loose tube* pada Lapisan Dalam dan 14 *Loose tube* pada Lapisan Luar dengan Penahan Rembesan Air Berupa *Water Blocking Tape*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

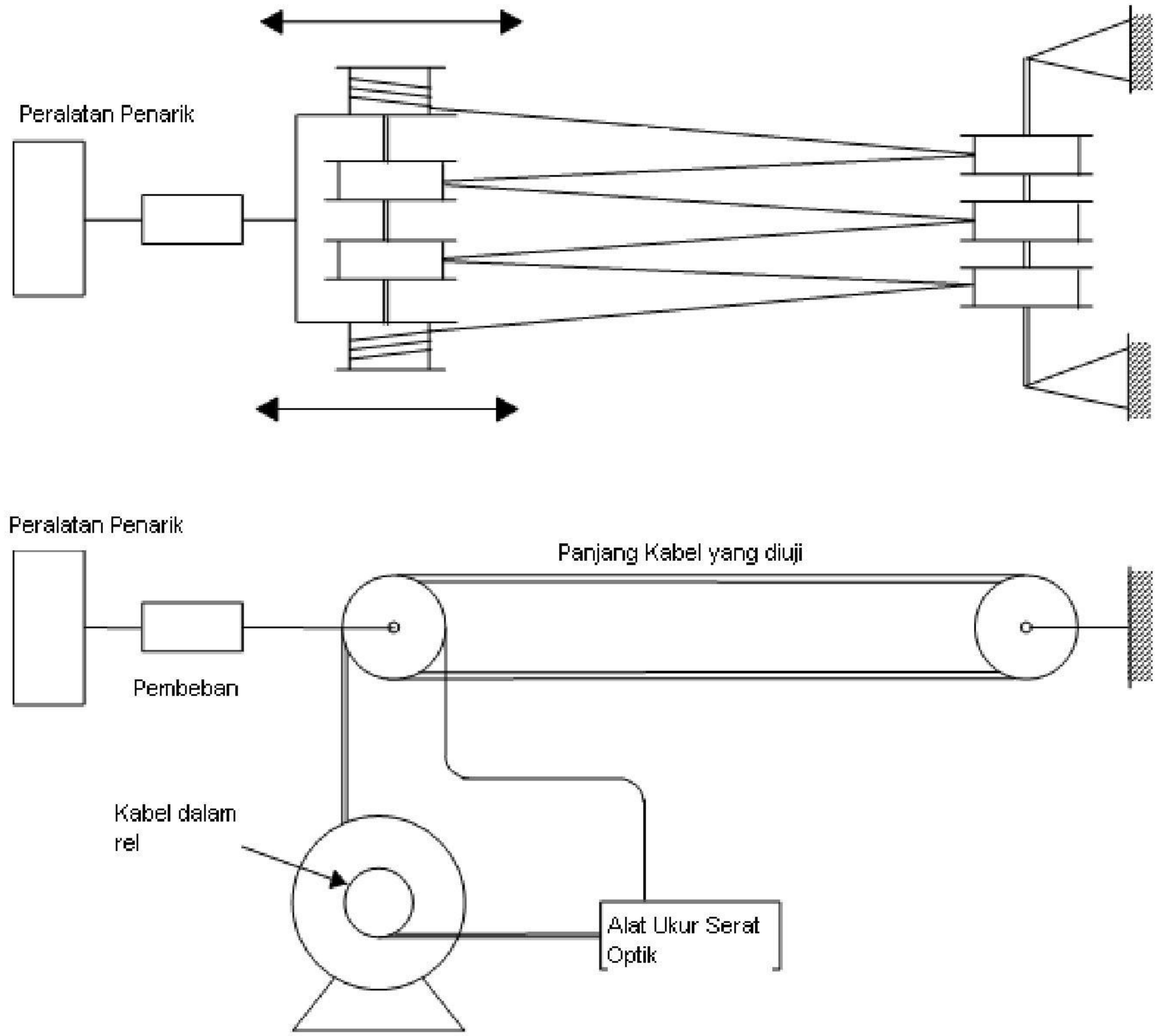


Gambar B.13 - Pola Siklus Suhu untuk Pengujian Ketahanan Kabel Serat Optik terhadap Perubahan Suhu



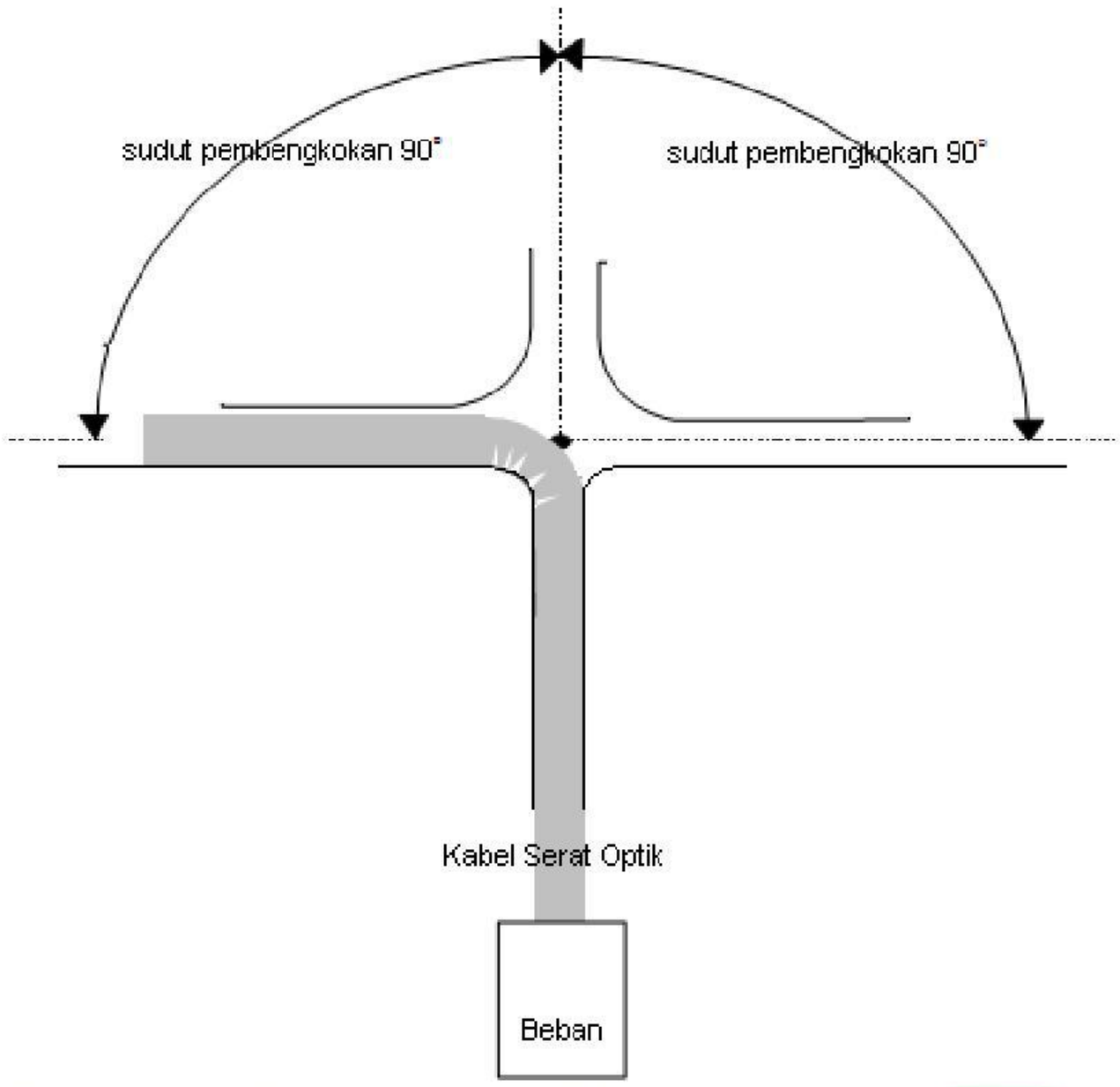
Gambar B.14 - Pengujian Penetrasi Air dengan Metode Huruf L

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

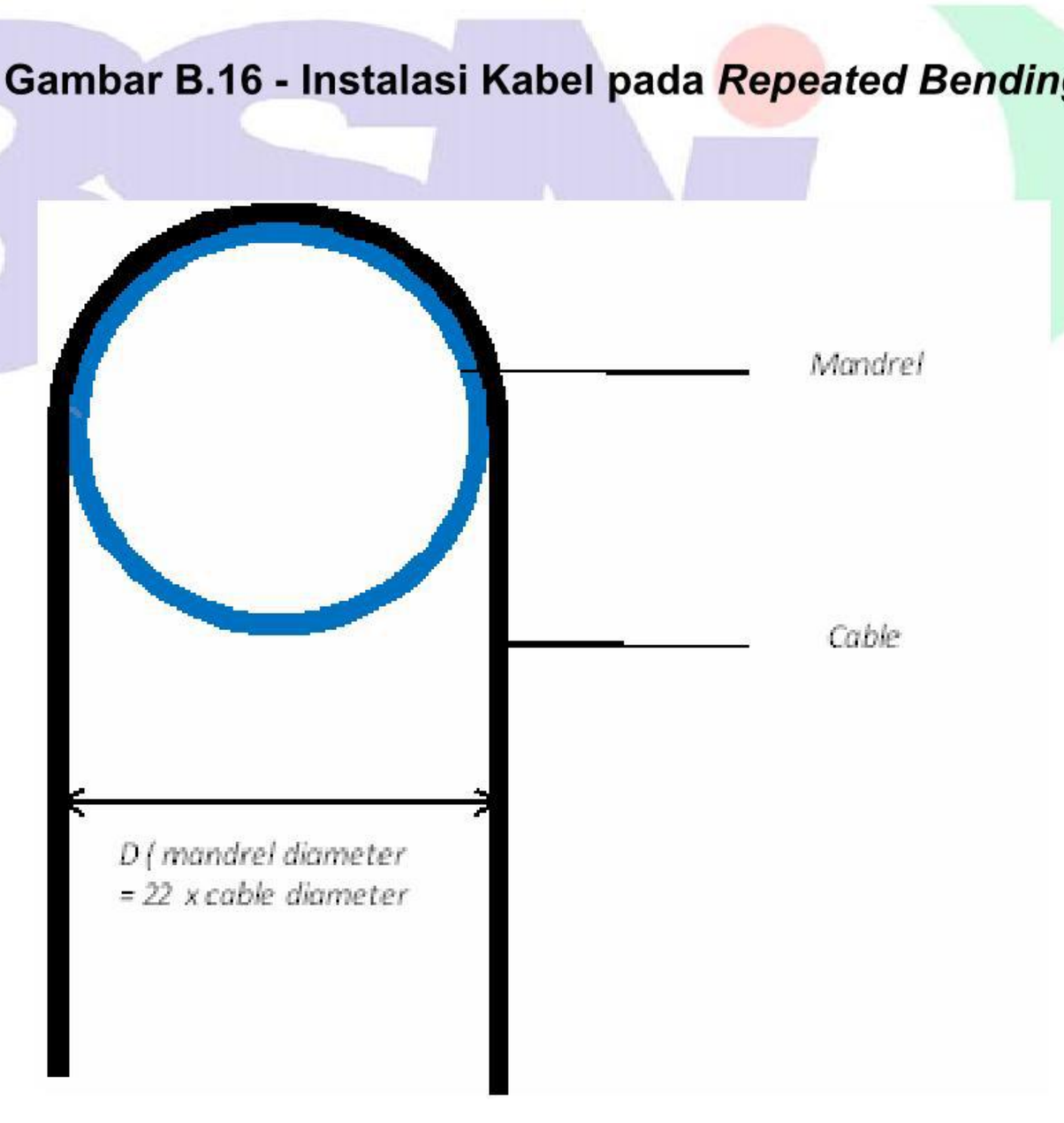


Gambar B.15 - Instalasi Kabel pada Pengujian Kuat Tarik

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

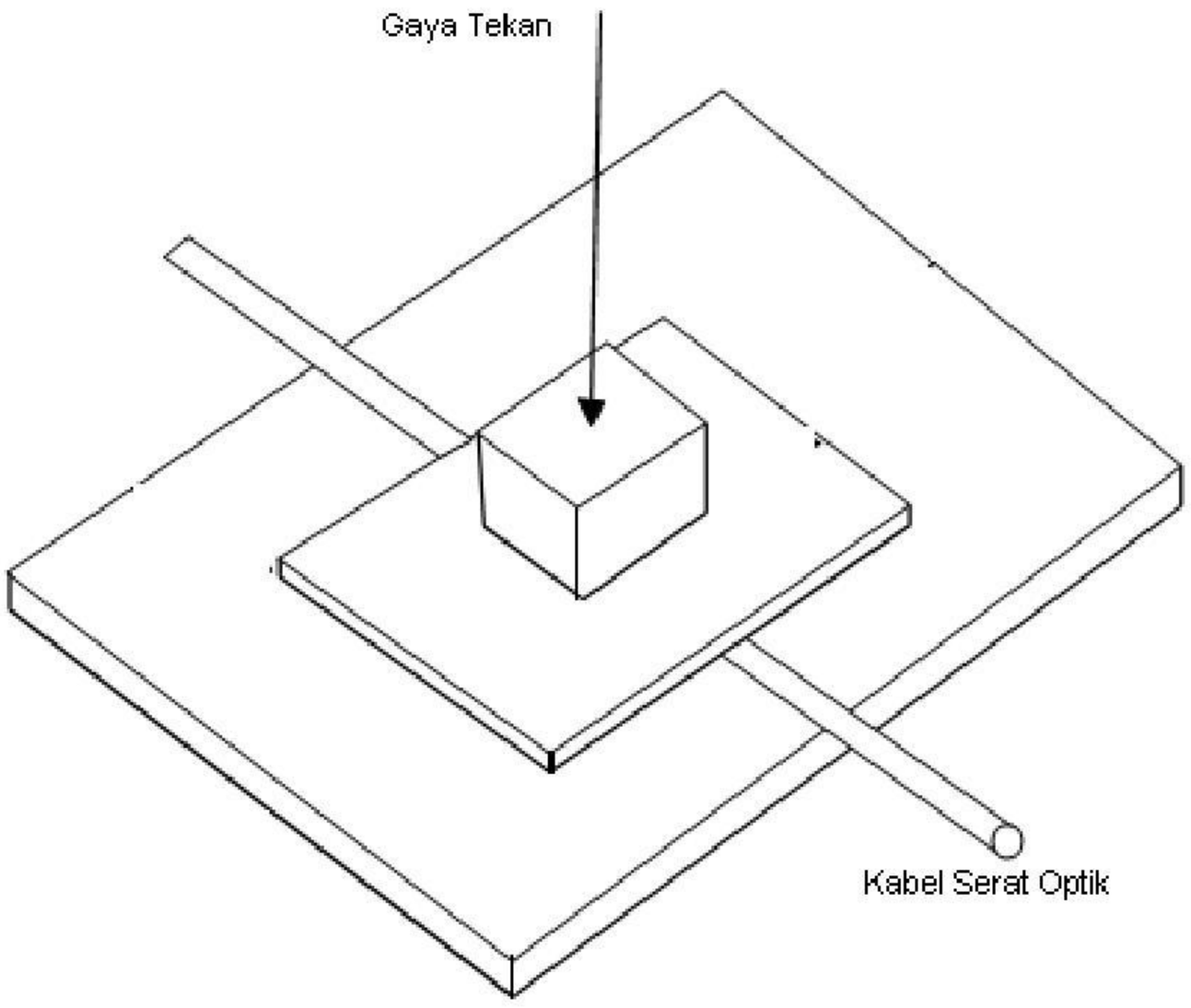


Gambar B.16 - Instalasi Kabel pada *Repeated Bending*



Gambar B.17 - Instalasi Kabel pada Pengujian *Cable Bending*

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

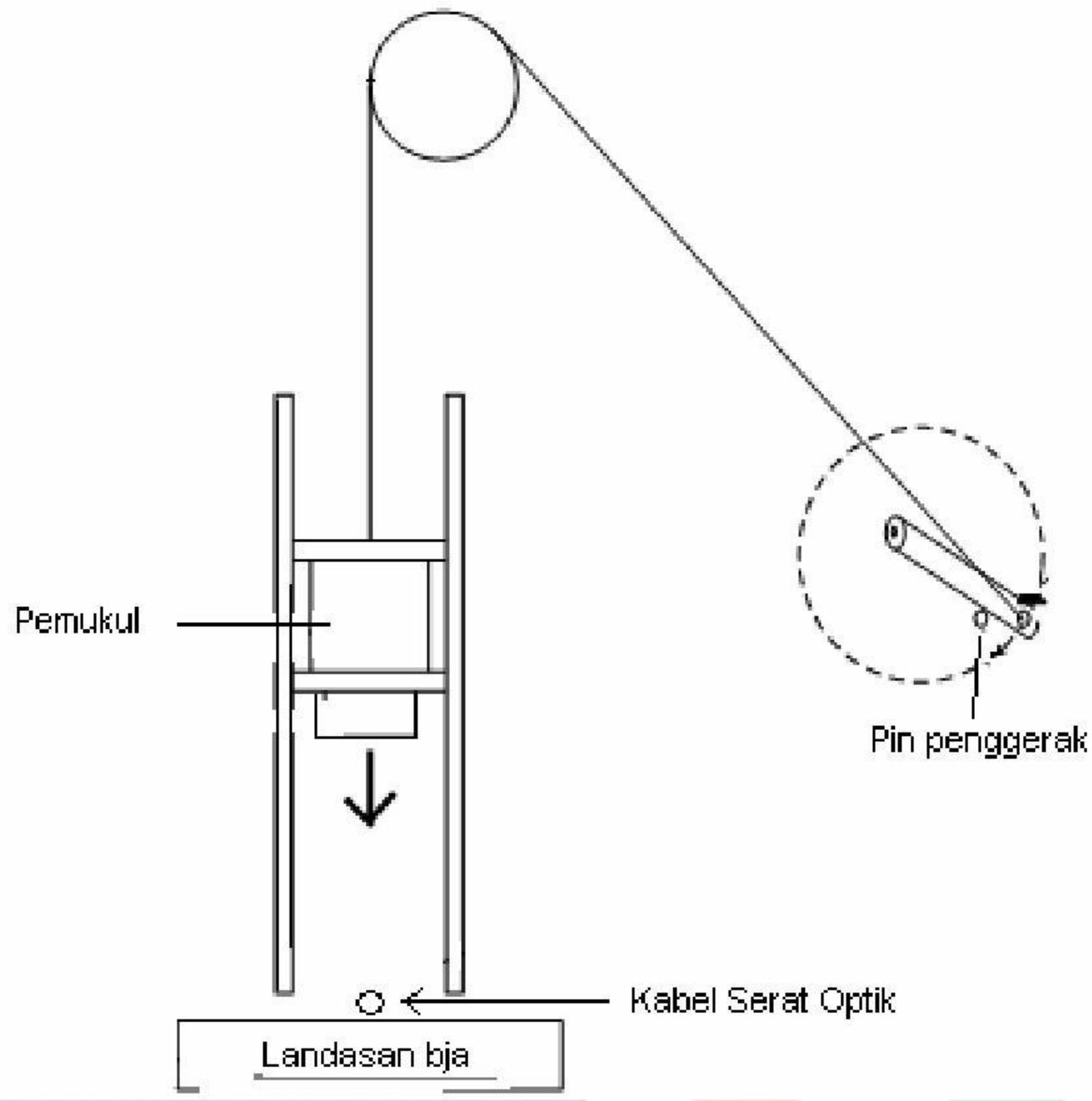


Gambar B.18 - Instalasi Kabel pada Pengujian Peremukan



Gambar B.19 - Instalasi Kabel pada Pengujian Puntiran

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"



Gambar B.20 - Instalasi Kabel pada Pengujian Tumbukan

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

Bibliografi

ITU-T Nomor G.652:2006 Transmission System and Media, Digital Systems and Networks - Transmission media characteristics - Optical fibre cables : Characteristic of a single mode optical fibre and cable

ITU-T Nomor G.655:2006 Transmission System and Media, Digital Systems and Networks - Transmission media characteristics - optical fibre cables:

Characteristic of Non Zero dispersion-Shifted single- mode optical Fibre and cable

ITU-T Nomor G.656:2006 Transmission System and Media, Digital Systems and Networks - Transmission media characteristics - optical fibre cables : Characteristic of fibre and cable with Non Zero dispersion for Wideband Optical Transport.

ITU-T Nomor G.657:2006 Transmission System and Media, Digital Systems and Networks - Transmission media characteristics - optical fibre cables :

Characteristic of Bending Loss Insentive Single mode optical Fibre and Cable for the access network.

IEC 60794-1-2:2003 Optical Fibre Cables-part 1 – 2 : Generic Specification – Basic Optical Cable Test Procedure.

PSN 01:2007 Pengembangan Standar Nasional Indonesia.

PSN 02:2007 Pengelolaan Panitia Teknis Perumusan Standar Nasional Indonesia.

PSN 03.1:2007 Adopsi Standar Internasional dan Publikasi Internasional lainnya Bagian1: Adopsi Standar Internasional menjadi SNI.

PSN 06:2007 Tata Cara Penomoran Standar Nasional Indonesia dan Dokumen Teknis.

PSN 08:2007 Penulisan Standar Nasional Indonesia

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, copy standar ini dibuat untuk penayangan di website Akses SNI dan tidak untuk dikomersilkan"

BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id